

**PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK DAN
MEDAN MAGNET DALAM AIR MINUM TERHADAP
KUALITAS FISIK TELUR AYAM PETELUR**

SKRIPSI

Oleh:

**Tasya Nur Karina
NIM. 175050107111062**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**





**PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK DAN
MEDAN MAGNET DALAM AIR MINUM TERHADAP
KUALITAS FISIK TELUR AYAM PETELUR**

SKRIPSI

Oleh:

**Tasya Nur Karina
NIM. 175050107111062**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



**PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK DAN
MEDAN MAGNET DALAM AIR MINUM TERHADAP
KUALITAS FISIK TELUR AYAM PETELUR**

SKRIPSI

Oleh:

**Tasya Nur Karina
NIM. 175050107111062**

Telah dinyatakan lulus dalam Ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal: Selasa, 13 Juli 2021

Mengetahui:
Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya,

Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi,
MS, IPU., ASEAN Eng.
NIP. 19620403 198701 1001
Tanggal:

Menyetujui:
Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. M. Halim Natsir,
S.Pt., MP., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19711224 199802 1001
Tanggal:



RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Tasya Nur Karina dilahirkan di Bekasi pada tanggal 25 Oktober 1999, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ahmad Yani Tahkari dan Ibu Eka Puji Susanti. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di Bani Saleh 2 Kota Bekasi pada tahun 2005 hingga 2010 kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di Adhyaksa 1 Kota Jambi pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2011. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 11 Kota Jambi pada tahun 2011 hingga 2012 kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 16 Kota Bekasi pada tahun 2012 dan lulus pada tahun 2014. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Kota Bekasi pada tahun 2014 hingga lulus pada tahun 2017. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya pada tahun 2017 melalui jalur Mandiri dan mengambil minat Nutrisi dan Makanan Ternak.

Selama menjadi mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya penulis aktif menjalankan kegiatan organisasi diantaranya adalah UKM Korps Sukarela Universitas Brawijaya. Penulis telah melaksanakan Praktek Kerja Lapang (PKL) dengan judul “Manajemen Penetasan Telur *Final Stock* Broiler (Studi Literatur di CV. Bina Unggas Pratama, PT. Dinamika Megatama Citra dan PT. Japfa Comfeed,Tbk.) dibawah bimbingan Ibu Dr. Ir. Ita Wahyu Nursita, M.Sc.



KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT dengan rahmat serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Penambahan Probiotik dan Medan Magnet Dalam Air Minum Terhadap Kualitas Fisik Telur Ayam Petelur”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ahmad Yani Tahkari, SE., MM., Ibu Eka Puji Susanti dan keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa-doa terbaik.
2. Prof. Dr. Ir. Muhammad Halim Natsir, S.Pt., MP., IPM. ASEAN Eng selaku Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk selalu memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.
3. Prof. Dr. Agr. Sc. Ir. Suyadi, MS., IPU., ASEAN Eng, selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya dan seluruh staf Wakil Dekan yang telah memberikan fasilitas perkuliahan.
4. Dr. Khothibul Umam Al Awwaly, S.Pt., M.Si selaku Ketua Jurusan Fakultas Peternakan yang telah membantu merencanakan, mengembangkan dan mengontrol ketersediaan dan ketercukupan sumber belajar dan laboratorium jurusan.

5. Dr. Herly Evanuarini, S.Pt., MP. selaku Ketua Program Studi S1 Peternakan dan seluruh staf akademik yang telah membantu dalam mengurus akademik.
 6. Dr. Ir. Marjuki, M.Sc. selaku Ketua Bagian Minat Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan bantuan dalam mengurus penelitian serta penulisan skripsi.
 7. Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS., IPU., ASEAN Eng. Selaku Ketua Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan bantuan dalam mengurus kegiatan penelitian.
 8. Reynaldi Hadi A., S.Pt., M.Pt., selaku pembimbing lapang yang telah banyak membantu dan memberikan bimbingan serta arahan selama pelaksanaan penelitian.
 9. Bapak Choirul selaku pemilik kandang ayam petelur yang dipergunakan untuk peneitian.
 10. Hagie, Rosyi, Weny, Isna, Deniar, Tyas, Saka, Choirur dan Filoza yang selalu berjuang demi terselesaikannya penelitian serta skripsi.
 11. Ayu, Dita, Mega dan Alya yang selalu memberikan semangat.
 12. Teman-teman seperjuangan dan seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama pelaksanaan penelitian serta penyusunan skripsi.
- Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bidang nutrisi ternak.

Malang, 13 Juli 2021

Penulis

SURAT PERNYATAAN

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Dikti Kemendikbud mengenai “Inovasi Pemanfaatan *Natural Growth Promoter* Dengan Teknologi Enkapsulasi dan Teknologi Air Magnetik pada Unggas”, maka kami menyatakan bahwa:

1. Pemberi Proyek : Dikti Kemendikbud
2. Tim Dosen :
 - a. Prof. Dr. Ir. M. Halim Natsir, S.Pt., MP., IPM., ASEAN Eng. (Ketua Peneliti)
 - b. Dr. Ir. Osfar Sjoifjan, M.Sc., IPU., ASEAN Eng.
 - c. Adharul Muttaqin, S.T., M.T
3. Tim Mahasiswa :
 - a. Filoza Marwi, mengambil judul :
Pengaruh Penambahan Probiotik dan Medan Magnet dalam Air Minum Terhadap Penampilan Produksi dan Status Kesehatan Ayam Petelur Periode Layer.
 - b. Tasya Nur Karina, mengambil judul :
Pengaruh Penambahan Probiotik dan Medan Magnet dalam Air Minum Terhadap Kualitas Fisik Telur Ayam Petelur.
 - c. Hagie Dibin Novreyga, mengambil judul :
Pengaruh Penambahan Fitobiotik dan Medan Magnet dalam Air Minum Terhadap Kualitas Fisik Telur Ayam Petelur.

Oleh karena itu kami menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan bagian dari proyek penelitian tersebut.

Malang, 13 Juli 2021

Penulis



EFFECT OF SUPPLEMENTED PROBIOTIC AND MAGNETIZED WATER TECHNOLOGY ON EGGS PHYSICAL QUALITY OF LAYING HENS

Tasya Nur Karina¹⁾ and Muhammad Halim Natsir²⁾

¹⁾Student of Animal Feed and Nutrition Departement, Faculty
of Animal Science,
University of Brawijaya, Malang

²⁾Lecture of Animal Feed and Nutrition Departement, Faculty
of Animal Science,
University of Brawijaya, Malang

Email : tasyanur.karina@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this experiment was to investigate the effect of supplemented probiotic and magnetized water technology in non-encapsulation and encapsulation on physical egg quality of laying hens. One hundred and forty four 57 weeks old Isa Brown laying hens were fed by 120 g/hen/day and divided into six treatments with four replicates and six for each replication. The method of this research was in vivo using Completely Randomized Nested Design, that were classified based on two form, non-magnet (M0) and magnet (M1) with two addition of feed additive in laying hens diet (non-encapsulation (P0) and encapsulation (P1)) respectively, in addition 0.06% probiotic in diet were used to be positive control. Variables measured in this experiment were haugh unit, yolk colour, yolk index, albumen index and yolk cholesterol. The data was analyzed by ANOVA and

Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The result showed that different forms of probiotic had a significant effect ($p<0.05$) on haugh unit, a highly significant effect ($p<0.01$) on albumen index and yolk cholesterol, but did not give a significant effect on egg yolk colour and yolk index. The added nested treatment of different forms of a magnetized water technology had no significant effect ($p>0.05$) on haugh unit, yolk colour, yolk index, albumen index and yolk cholesterol. It concluded that the added probiotic encapsulation gave the best results on the egg physical quality of laying hens. The best result addition of different form magnetized water technology is magnetized.

Keywords: egg quality, encapsulation, laying, magnetic, probiotic.

PENGARUH PENAMBAHAN PROBIOTIK DAN MEDAN MAGNET DALAM AIR MINUM TERHADAP KUALITAS FISIK TELUR AYAM PETELUR

Tasya Nur Karina¹⁾ dan Muhammad Halim Natsir²⁾

¹⁾Mahasiswa Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya Malang

²⁾Dosen Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya Malang

Email : tasyanur.karina@gmail.com

RINGKASAN

Penggunaan *feed additive* dikalangan peternak berupa antibiotik dan hormon saat ini menjadi masalah besar karena akan menyebabkan residu pada ternak yang tidak aman untuk tubuh manusia. Penambahan probiotik merupakan pemberian *feed additive* secara langsung pada ternak mampu meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan, meningkatkan produksi telur, dan memperbaiki kualitas telur. Teknologi enkapsulasi pada pakan bertujuan mempertahankan viabilitas dan melindungi probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang panjang. Penggunaan aditif pakan alami dalam bentuk air minum sangat dipengaruhi oleh kualitas air minum. Teknologi magnetik yang dipasang ditempat air minum dapat melindungi korosi pipa dan memperbaiki kualitas air minum. Teknologi magnetik yang dipasang ditempat air minum dapat melindungi korosi pipa dan memperbaiki kualitas air minum.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik dan medan magnet dalam air minum terhadap *haugh unit*, skor kuning telur, indeks kuning telur, indeks putih telur dan kolesterol kuning telur pada ayam petelur. Penelitian dilakukan secara *in vivo* di peternakan ayam petelur milik Bapak Choirul di Dau Kabupaten Malang pada bulan Agustus hingga Oktober 2020, dilanjutkan dengan uji kualitas telur di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, sementara pengamatan kolesterol kuning telur dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah 144 ekor ayam petelur strain Isa Brown. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola tersarang dengan 2 faktor perlakuan. Faktor 1 adalah bentuk probiotik yang berbeda yaitu kontrol (P0), non enkapsulasi (P1) dan enkapsulasi (P2). Faktor 2 adalah medan magnet yang berupa non magnet (M0) dan magnet (M1). Penelitian ini terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan dimana masing-masing terdiri dari 6 ekor ayam petelur. Variabel yang diamati meliputi *haugh unit* (%), skor kuning telur (*roche*), indeks kuning telur (%), indeks putih telur (%) dan kolesterol kuning telur (mg/100g). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dan apabila terdapat hasil yang berbeda maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan perlakuan bentuk probiotik sebagai aditif pakan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap *haugh unit*, berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap indeks putih telur dan kolesterol kuning telur, serta tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap skor

kuning telur dan indeks kuning telur. Perlakuan penambahan medan magnet dalam air minum tersarang pada bentuk probiotik tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap *haugh unit*, skor kuning telur, indeks kuning telur, indeks putih telur dan kolesterol kuning telur. Nilai rata-rata *haugh unit* pada perlakuan penambahan bentuk probiotik yang berbeda yaitu $88,50 \pm 3,13$ % pada perlakuan kontrol (P0), $91,49 \pm 2,01$ % pada perlakuan probiotik non enkapsulasi (P1) dan $94,88 \pm 4,86$ % pada perlakuan probiotik enkapsulasi (P2). Rata-rata nilai indeks putih telur pada perlakuan penambahan bentuk probiotik yang berbeda yaitu $0,75 \pm 0,08$ % pada perlakuan kontrol (P0), $0,82 \pm 0,09$ pada perlakuan probiotik non enkapsulasi (P1) dan $0,95 \pm 0,14$ % pada perlakuan probiotik enkapsulasi (P2), sedangkan nilai rata-rata kolesterol kuning telur pada perlakuan penambahan bentuk probiotik yang berbeda dalam yaitu $225,04 \pm 1,18$ mg/100g pada perlakuan kontrol (P0), $224,57 \pm 1,05$ mg/100g pada perlakuan probiotik non enkapsulasi (P1) dan $217,10 \pm 0,78$ mg/100g pada probiotik enkapsulasi (P2).

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan probiotik bentuk enkapsulasi menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan bentuk non enkapsulasi. Secara keseluruhan, penambahan perlakuan medan magnet dalam air minum memiliki hasil yang terbaik dibanding perlakuan non magnet.



DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
ABSTRACT.....	vii
RINGKASAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kegunaan Penelitian.....	5
1.5 Kerangka Pikir.....	5
1.6 Hipotesis.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ayam Petelur.....	11
2.2 Pakan.....	13
2.3 Probiotik.....	16
2.4 Enkapsulasi.....	18

2.5 Teknologi Air Magnetik.....	21
2.6 Kualitas Telur.....	23
2.6.1 <i>Haugh Unit</i>	24
2.6.2 Skor Kuning Telur.....	25
2.6.3 Indeks Kuning Telur.....	27
2.6.4 Indeks putih telur.....	27
2.6.5 Kolesterol Telur.....	28

BAB III MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
3.2 Materi Penelitian.....	31
3.2.1 Koefisien Keragaman.....	31
3.2.2 Pakan dan Air Minum.....	32
3.2.3 Kandang dan Peralatan.....	33
3.3 Metode Penelitian.....	34
3.4 Prosedur Penelitian.....	35
3.4.1 Tahap Pembuatan.....	35
3.4.1.1 Enkapsulasi.....	35
3.4.1.2 Persiapan Kandang.....	35
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	35
3.5 Tahap Pengambilan Data.....	36
3.6 Variabel Penelitian.....	36
3.6.1 <i>Haugh Unit</i>	36
3.6.2 Skor Kuning Telur.....	36



3.6.3 Indeks Kuning Telur.....	37
3.6.4 Indeks Putih Telur.....	37
3.6.5 Kolesterol Telur.....	38
3.7 Analisis Statistik.....	38
3.8 Batasan Istilah.....	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Penambahan Probiotik Sebagai Aditif Pakan Terhadap Kualitas Fisik Telur Ayam Petelur.....	41
4.1.1 Pengaruh Terhadap <i>Haugh Unit</i>	41
4.1.2 Pengaruh Terhadap Skor Kuning Telur.....	44
4.1.3 Pengaruh Terhadap Indeks Kuning Telur.....	46
4.1.4 Pengaruh Terhadap Indeks Putih Telur.....	48
4.1.5 Pengaruh Terhadap Kolesterol Kuning Telur...51	
4.2 Pengaruh Penambahan Medan Magnet Dalam Air Minum Tersarang Pada Bentuk Probiotik Terhadap Kualitas Fisik Telur.....	53
4.2.1 Pengaruh Terhadap <i>Haugh Unit</i>	54
4.2.2 Pengaruh Terhadap Skor Kuning Telur.....	56
4.2.3 Pengaruh Terhadap Indeks Kuning Telur.....	58
4.2.4 Pengaruh Terhadap Indeks Putih Telur.....	59
4.2.5 Pengaruh Terhadap Kolesterol Kuning Telur..61	

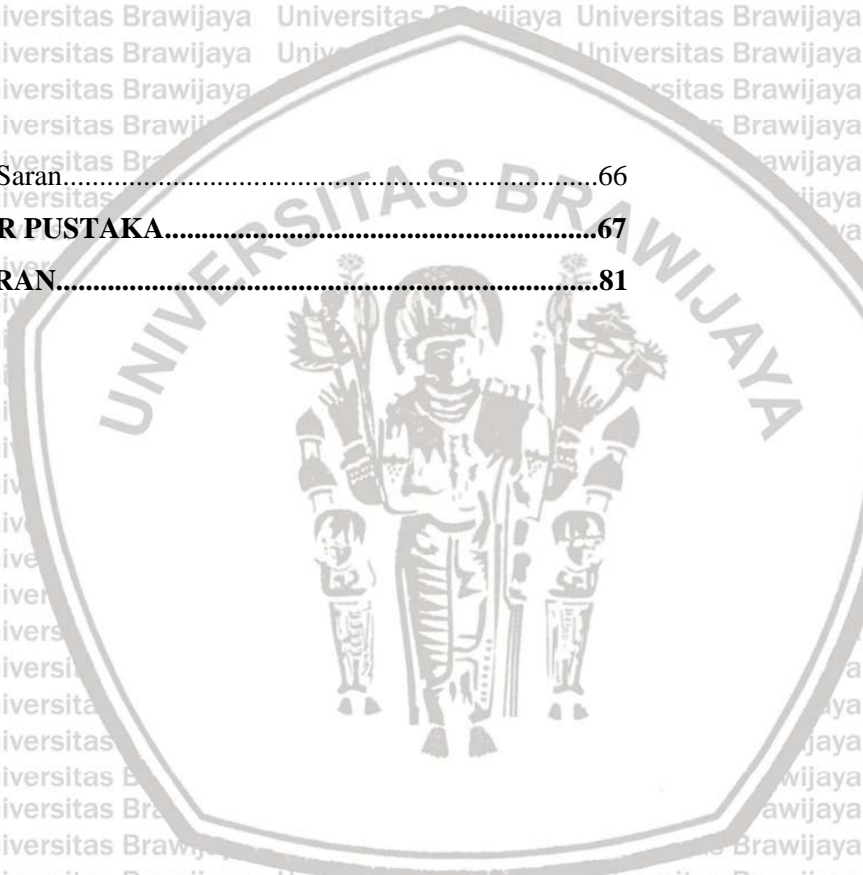
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	65
---------------------	----

5.2 Saran.....	66
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA.....	67
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	81
----------------------	-----------



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Performa Beberapa Strain Ayam Petelur.....	13
2. Kandungan Nutrisi dalam Pakan Ayam Petelur.....	15
3. Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur Periode <i>Layer</i>	16
4. Bahan pakan yang digunakan selama penelitian.....	33
5. Nilai rata-ran pengaruh penambahan probiotik dalam bentuk yang berbeda terhadap kualitas fisik telur ayam petelur..	41
6. Nilai rata-ran penambahan medan magnet dalam air minum terhadap kualitas fisik telur ayam petelur.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Kerangka pikir penelitian.....	9
2. Unit magnet dipasang pada pipa air minum.....	23
3. Denah kandang perlakuan pada penelitian.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Koefisien Keragaman Egg Mass Pra Perlakuan Telur Ayam Petelur (g/butir).....	81
2. Data Konsumsi Air Minum Per Hari (Liter/hari).....	83
3. Data Analisis <i>Haugh Unit</i>	89
4. Data Analisis Skor Kuning Telur.....	94
5. Data Analisis Indeks Kuning Telur.....	97
6. Data Analisis Indeks Putih Telur.....	102
7. Data Analisis Kolesterol Kuning Telur.....	107
8. Dokumentasi Penelitian.....	112

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

<	: kurang dari
%	: persentase
>	: lebih dari
±	: lebih kurang
°C	: derajat celcius
AGP	: <i>Antibiotic Growth Promoter</i>
ANOVA	: <i>analysis of variance</i>
BAL	: Bakteri Asam Laktat
BK	: bahan kering
BO	: bahan organik
BSH	: <i>Bile Salt Hydrolise</i>
cm	: centimeter
dkk.	: dan kawan-kawan
EM	: Energi Metabolisme
<i>et al</i>	: <i>et alii</i>
g	: gram
HU	: <i>Haugh Unit</i>
IKT	: Indeks Kuning Telur
IPT	: Indeks Putih Telur
kg	: kilogram
kcal	: kilokalori
log	: Logaritma
m	: meter
MBM	: <i>Meat Bone Meal</i>
mg	: miligram
pH	: <i>potential of hydrogen</i>
RAL	: rancangan acak lengkap
SNI	: Standar Nasional Indonesia
TB	: Tepung Batu Kapur
UJBD	: uji jarak berganda duncan
VLDL	: <i>Very Low Density Lipoprotein</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah dalam pembangunan sub sektor pertanian dengan menekankan pengembangan sektor peternakan yang mendukung penyediaan pangan asal ternak yang bergizi dan berdaya saing tinggi. Prospek pembangunan peternakan dengan komoditas unggulan memiliki peran penting dalam pengetahuan dan teknologi peternakan serta memberikan umpan kedepannya bagi pembangunan sektor peternakan untuk mewujudkan peternakan yang maju, unggul, dan efisien dengan bercirikan mampu meningkatkan kesejahteraan peternak serta mendorong pertumbuhan ekonomi secara nasional dan keseluruhan. Hal ini ditunjukkan oleh data Badan Pusat Statistik (2021) bahwa populasi penduduk Indonesia tahun 2020 mencapai 270,20 juta jiwa dan akan meningkat setiap tahunnya. Semakin meningkatnya jumlah penduduk Indonesia ini akan menyebabkan meningkatkan daya konsumsi pangan protein hewani salah satunya pada telur ayam. Pengembangan usaha telur ayam di Indonesia memiliki prospek yang cukup bagus, terlebih konsumsi protein hewani termasuk telur untuk saat ini masih rendah. Namun demikian, perlu dilakukan peningkatan produktivitas telur ayam untuk memenuhi kebutuhan konsumsi protein hewani bagi penduduk di Indonesia.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi pada ayam petelur yaitu dengan pemberian pakan yang berkualitas. Pakan merupakan salah satu faktor sangat penting dalam keberhasilan usaha peternakan untuk mencapai produktivitas ayam petelur secara

optimal. Biaya pakan dalam usaha peternakan unggas biasanya mencapai 60 sampai 70% dari biaya produksi. Masalah lain yang dihadapi yaitu kebutuhan nutrisi pada pemberian pakan ayam petelur. Pakan yang dirancang untuk diberikan pada ayam petelur disusun berdasarkan nilai kebutuhan nutrisi ternak dari kandungan nutrisi yang lengkap dan berkualitas untuk menghasilkan perkembangan, pertumbuhan, kesehatan serta performa produksi yang optimal. Namun, dalam pemberian pakan biasanya digunakan aditif pakan seperti antibiotik, penggunaan antibiotik dimaksudkan sebagai pemacu pertumbuhan (*growth promoter*). Akhir-akhir ini, munculnya kesadaran peternak tentang pelarangan penggunaan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan dalam industri perunggasan. Pemerintah melalui Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan mengeluarkan peraturan yang melarang penggunaan antibiotik yang tertuang dalam undang-undang no. 14 tahun 2017 Pasal 16 tentang Klasifikasi Obat Hewan, semua bahan pakan ternak dan aditif pakan baik tepung maupun cairan tidak boleh mengandung *Antibiotic Growth Promoter* (AGP). Sehingga perlu dilakukan upaya yang tepat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan aditif pakan alami.

Pada tahun 2017, peternak menggunakan penambahan probiotik sebagai salah satu upaya untuk menggantikan antibiotik. Penambahan probiotik merupakan pemberian *feed additive* secara langsung pada ternak akan meningkatkan efektivitas mikroba usus sehingga dapat meningkatkan penyerapan zat makanan dalam tubuh ternak. Berbagai upaya dilakukan untuk menghasilkan produksi telur dengan kualitas yang baik salah satunya dengan penambahan probiotik dalam pakan dan minum, karena probiotik merupakan mikroorganisme non patogen yang dapat meningkatkan laju pertumbuhan, efisiensi penggunaan pakan, pencernaan bahan

pakan dan kesehatan ternak melalui perbaikan keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan (Suroso, Kalsum, dan Wadjdi, 2012).

Meningkatkan dan mempertahankan kualitas telur ayam petelur menjadi perhatian peneliti dengan menggunakan perlakuan pada air minum atau *feed additive* yang berbeda. Pemberian aditif pakan dapat dilakukan melalui pencampuran dalam pakan dan air minum unggas. Pencampuran probiotik dalam pakan unggas telah dilakukan dengan menggunakan teknologi enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan teknologi yang diterapkan guna memberikan efektifitas yang optimal dalam penerapannya. Penggunaan teknologi enkapsulasi dalam aditif pakan unggas akan melindungi zat-zat aktif yang terdapat di bahan enkapsulan serta memberikan proteksi material pada daerah mulut sampai *gizzard*. Penerapan teknologi enkapsulasi pada probiotik akan mempertahankan viabilitasnya dan melindungi probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang panjang (Suroso, Kalsum, dan Wadjdi, 2015).

Faktor penting dalam keberhasilan pemeliharaan ternak yaitu manajemen pemeliharaan ternak dan ketersediaan air sangat penting untuk transportasi cairan dan nutrisi ke dalam pembuluh darah, menjaga keutuhan sel dan pengaturan suhu tubuh hewan. Di beberapa daerah, air bawah tanah digunakan untuk minum, sedangkan kualitas air yang buruk, yang menjadi tantangan utama dalam produksi unggas. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penentuan kesesuaian sumber air dalam produksi unggas, diantaranya jenis garam terlarut, salinitas, dan kandungan nitrat. Selain itu, air yang mengandung ion anorganik kalsium, magnesium, natrium, klorida, sulfur, dan karbonat dapat mencerminkan kualitas air yang buruk (El Sherif, Eid, and Fouda. 2020). Pencampuran

aditif pakan dalam air minum sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Kualitas air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena performan unggas secara langsung dipengaruhi oleh kuantitas, komposisi mineral, dan mikroorganisme di dalam air. Pemberian teknologi magnetik merupakan upaya untuk memperbaiki kualitas air minum yang diberikan pada ayam petelur. Teknologi magnetik yang dipasang ditempat air minum dapat melindungi korosi pipa dan memperbaiki kualitas air minum dengan cara mengumpulkan kotoran yang tersuspensi, sehingga melindungi air dari polusi, mengurangi angka mortalitas dan morbiditas, dan efesiensi pakan meningkat (Gholizadeh, Arabshahi, Saeidi, and Mahdavi. 2008).

Kualitas fisik telur merupakan salah satu peran penting dalam menentukan keberhasilan produktivitas telur ayam. Kualitas fisik mengacu pada indeks putih telur, indeks kuning telur, *haugh unit*, skor kuning telur, dan kolesterol kuning telur. Kuantitas dan kualitas pakan yang diberikan sangat menentukan terhadap produksi dan kualitas telur baik secara fisik/eksternal maupun secara kimiawi/internal. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini berfokus pada penambahan probiotik dan medan magnet dalam air minum terhadap kualitas fisik telur pada ayam petelur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh bentuk probiotik dalam pakan terhadap kualitas fisik telur ayam petelur?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan medan magnet dalam air minum terhadap kualitas fisik telur ayam petelur?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka didapatkan tujuan penelitian untuk mengetahui :

- a. Pengaruh bentuk probiotik dalam pakan terhadap kualitas fisik telur ayam petelur.
- b. Pengaruh penambahan medan magnet dalam air minum terhadap kualitas fisik telur ayam petelur.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi ilmiah tambahan yang bermanfaat khususnya tentang pemanfaatan probiotik sebagai pakan tambahan untuk meningkatkan kualitas produksi telur ayam petelur dan bagi masyarakat umum atau peternak, menjadi tambahan referensi inovasi pengembangan usaha peternakan khususnya usaha peternakan ayam petelur.

1.5 Kerangka Pikir

Industri perunggasan selama ini bergantung pada penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) sebagai aditif pakan. Antibiotik juga digunakan untuk memacu pertumbuhan (*growth promoter*), meningkatkan produksi, dan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan (Etikaningrum dan Iwantoro, 2017). Beberapa jenis aditif pakan yang bisa digunakan para peternak adalah antibiotik sintetik, enzim, probiotik, asam organik, flavor, dan antioksidan (Zuhri, Sudjarwo, dan Hamiyanti, 2017). Namun, penggunaan antibiotik sebagai imbuhan pakan yang tidak sesuai anjuran dan sesuai dosis yang dianjurkan dapat menimbulkan residu pada produk hasil ternak sehingga dapat menyebabkan penyakit bahkan kematian pada manusia. Dampak negatif tersebut menjadi

adanya larangan penggunaan antibiotik sebagai aditif pakan di Indonesia yang telah diatur dalam Permentan No 14/2017 Pasal 16 tentang Klasifikasi Obat Hewan. Oleh karena, itu perlu dilakukan alternatif penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) menjadi *Natural Growth Promoter* (NGP). Penambahan probiotik salah satu upaya alternatif dalam menggantikan fungsi antibiotik.

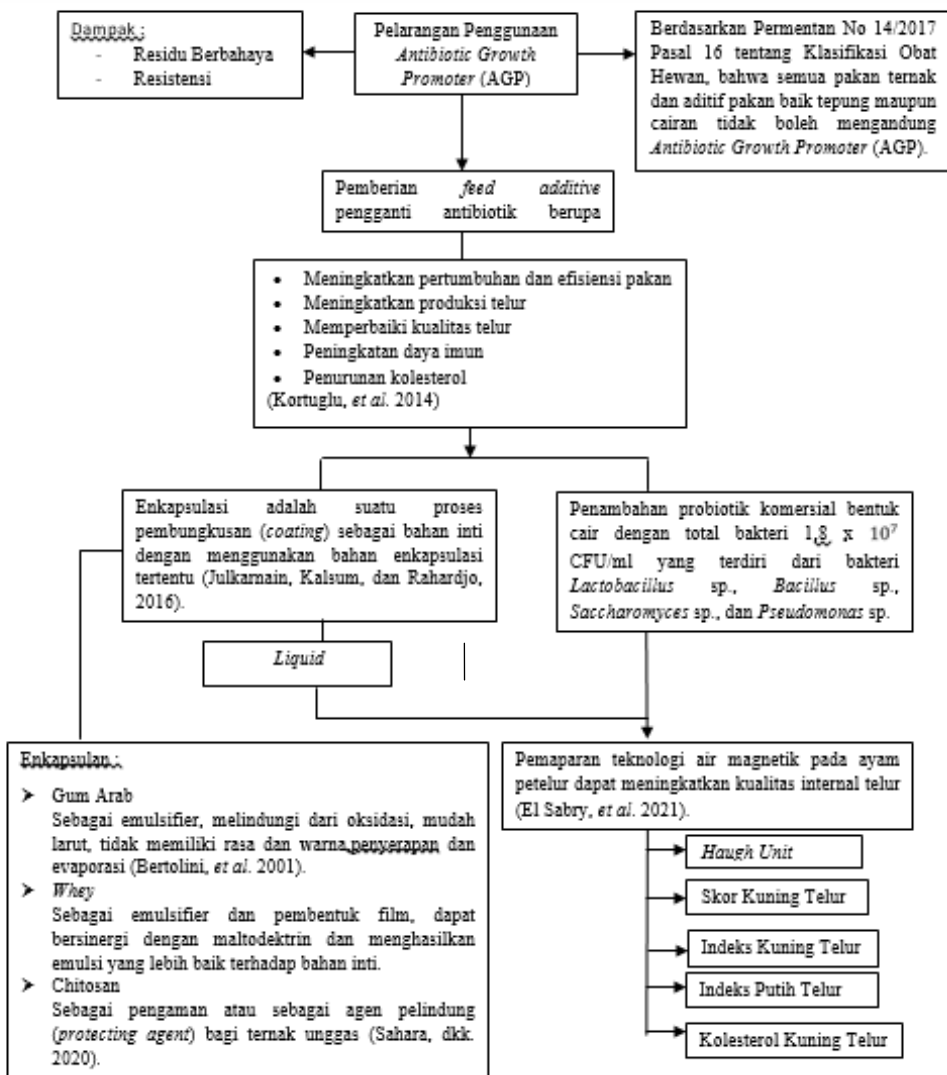
Probiotik merupakan imbuhan pakan dalam bentuk mikroba hidup yang menguntungkan, dengan memperbaiki keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan. Probiotik yang digunakan berasal dari golongan bakteri asam laktat (BAL), khususnya genus *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* yang merupakan bagian dari flora normal pada saluran pencernaan (Suroso, dkk. 2015). *Lactobacillus* sp. merupakan salah satu genus bakteri asam laktat yang paling banyak di temukan pada saluran gastro-intestinal baik pada manusia maupun ternak. *Lactobacillus* ini dapat digunakan pada ternak yang berfungsi meningkatkan produktivitas ternak. Pemberian probiotik *Lactobacillus* sp. dapat membantu dalam mencerna penyerapan gizi serta menekan mikroba yang tidak menguntungkan (patogen), oleh karena itu cara terbaik untuk mengganti antibiotik pada ayam petelur adalah dengan menambahkan probiotik *Lactobacillus* sp. (Suherman, Natsir, dan Sjoftan. 2015). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui manfaat probiotik sebagai aditif pakan unggas. Dwayana, Ambeng, Haedar, dan Nasikha (2019) menyatakan bahwa penambahan probiotik terenkapsulasi dapat menurunkan kolesterol kuning telur hingga 3,25 mg/gram. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Adi, Sjoftan, dan Natsir (2015) menyatakan bahwa penambahan 0,2% probiotik *Lactobacillus Plus* dalam

bentuk tepung pada pakan burung puyuh petelur dapat meningkatkan nilai *haugh unit* hingga 56,58% dan pada perlakuan yang sama dapat meningkatkan nilai rata-rata warna kuning hingga 5,17 dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meskipun tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Berdasarkan, penelitian yang dilakukan oleh Kurtoglu, Kurtoglu, Seker, Coskun, Balevi, and Polat (2004) dengan penambahan probiotik cair dapat meningkatkan kolesterol kuning telur sebesar 14,73 sampai 13,94 mg/g dan memberikan perbedaan yang signifikan.

Pencampuran probiotik dapat dilakukan dalam pakan dan minum ternak. Namun, pencampuran probiotik dalam pakan ternak masih terdapat banyak kendala salah satunya masa simpan. Untuk itu, perlu dilakukan proses enkapsulasi merupakan suatu proses pembungkusan (*coating*) suatu bahan inti, dalam hal ini adalah bakteri probiotik sebagai bahan inti dengan menggunakan bahan enkapsulasi tertentu, yang bermanfaat untuk mempertahankan viabilitasnya dan melindungi probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dijadikan acuan untuk dilakukan penelitian aplikasi probiotik terenkapsulasi pada ayam petelur, (Suroso, Kalsum, dan Wadjdi. 2015). Pencampuran imbuhan pakan (*feed additive*) dalam air minum juga masih dipengaruhi oleh kualitas air minum. Kualitas air minum juga dipengaruhi oleh aktivitas jumlah mikroba sehingga dapat mempengaruhi penampilan produksi dan kualitas telur. Teknologi magnetik yang dipasang ditempat air minum dapat melindungi dari korosi pipa dan memperbaiki kualitas air minum. Teknologi magnetik yang diterapkan dapat mengurangi jumlah mikroba dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh pada ternak. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui

pengaruh penambahan medan magnet dalam air minum unggas. El Sabry, Charal, McMillin, and Laverigne (2018) menyatakan bahwa penambahan medan magnet dalam air minum akan meningkatkan *haugh unit* sebesar 93,35 hingga 100,55 dalam satuan persen. Selanjutnya penambahan medan magnet pada penelitian yang sama juga dapat meningkatkan indeks kuning telur yaitu sebesar 42,87 hingga 44,53 dalam satuan persen. Hasil penelitian tersebut juga memberikan perbedaan yang signifikan terhadap *haugh unit* dan indeks kuning telur.

Berbagai peranan yang menguntungkan dari penambahan probiotik dan penambahan medan magnet dalam air minum terhadap kualitas fisik telur pada ayam petelur dapat dijadikan acuan mengenai perlunya dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan medan magnet dan penambahan probiotik dengan pengolahan yang berbeda pada ayam petelur terutama pada kualitas fisik telur sebagai alternatif pengganti antibiotik sintesis sehingga dapat diharapkan mampu meningkatkan performa produksi, kualitas telur, dan meningkatkan sistem imun pada ayam petelur. Konsep penelitian dan kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.6 Hipotesis

1. Penambahan probiotik dalam bentuk enkapsulasi dalam pakan akan memberikan hasil yang lebih baik terhadap kualitas fisik telur ayam petelur dibandingkan dengan bentuk non enkapsulasi.
2. Penggunaan medan magnet dalam air minum akan memberikan hasil yang lebih baik terhadap kualitas fisik telur ayam petelur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Petelur

Ayam ras petelur merupakan tipe ayam yang secara khusus menghasilkan telur sehingga produktivitas telurnya melebihi dari produktivitas ayam lainnya. Keberhasilan pengelolaan usaha ayam ras petelur sangat ditentukan oleh sifat genetis ayam, manajemen pemeliharaan, makanan dan kondisi pasar (Amrullah, 2003). Asal mula ayam ras ini berasal dari ayam hutan yang ditangkap dan dipelihara serta dapat bertelur cukup banyak. Tahun demi tahun ayam hutan dari seluruh wilayah dunia diseleksi secara ketat oleh para peneliti. Beberapa persilangan bangsa ayam di dunia dikembangkan menjadi beberapa jenis ayam komersial, salah satunya jenis petelur (*layer*) (Yuwanta, 2004). Bangsa-bangsa ayam yang tergolong dalam kelas ini dapat dikenal karena ayam itu mempunyai ukuran badan yang kecil dan aktif, mudah terkejut, cepat dewasa, dan tidak memiliki sifat mengeram, kebanyakan atau hampir semuanya mempunyai kaki yang bersih (tidak berbulu) dan cuping telinganya berwarna putih (Muharlein, Sudjarwo, Harmiati, dan Prayogi, 2017). Sudarmono (2003) menambahkan bahwa kemampuan ayam ras petelur dalam memanfaatkan pakan sangat baik dan berkorelasi positif serta memiliki periode bertelur yang panjang, yaitu selama 13 sampai 14 bulan atau hingga ayam berumur 19 sampai 20 bulan. PT. Japfa Comfeed (2006) menyatakan bahwa ayam ras petelur tubuhnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan ayam ras pedaging. Produksi telurnya antara 250 sampai 280 butir per tahun.

Ayam petelur mulai berproduksi ketika mencapai umur 22 minggu. Umur tersebut, tingkat produksi telur baru mencapai sekitar 5% dan selanjutnya akan terus mengalami peningkatan secara cepat hingga mencapai puncak produksi yaitu sekitar 94 sampai 95% dalam kurun waktu umur 25 minggu. Produksi telur diketahui telah mencapai puncaknya apabila selama 5 minggu berturut-turut persentase produksi telur sudah tidak mengalami peningkatan lagi. Sesuai dengan pola siklus bertelur, maka setelah mencapai puncak produksi, sedikit demi sedikit jumlah produksi mulai mengalami penurunan secara konstan dalam jangka waktu cukup lama (selama 52 sampai 62 minggu sejak pertama kali bertelur). Laju penurunan produksi telur secara normal berkisar antara 0,4 sampai 0,5% per minggu. Pada saat ayam berumur 82 minggu, jumlah produksi telah berada di bawah angka 50% dan pada kondisi demikian bisa dikatakan ayam siap diafkir (Salang, Wahyudi, Queljoe, dan Katli. 2015).

Tipe ayam petelur ada dua macam, yaitu ayam petelur tipe ringan atau ayam petelur putih dan ayam petelur tipe medium atau ayam petelur cokelat. Ayam petelur tipe ringan mempunyai badan yang ramping, bulu berwarna putih bersih, berjengger merah, dan mampu bertelur lebih dari 260 butir per tahun produksi. Ayam petelur tipe medium memiliki bobot tubuh yang cukup berat, merupakan ayam tipe dwiguna (menghasilkan telur dan daging yang banyak), dan bulu berwarna cokelat (Rasyaf, 2009). Strain ialah klasifikasi ayam berdasarkan garis keturunan tertentu melalui persilangan dari berbagai kelas, bangsa/varietas sehingga ayam mempunyai bentuk sifat dan tipe produksi tertentu sesuai dengan tujuan produksi (Yuwanta, 2004). Strain ayam petelur ras yang dikembangkan di Indonesia antara lain *Isa Brown*, *Hysex*

Brown dan Hyline Lohmann (Rahayu, Sudaryani, dan Sentosa. 2011). Contoh performa beberapa strain ayam petelur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa Beberapa Strain Ayam Petelur

Strain	Umur awal produksi (minggu)	Umur pada produksi 50% (minggu)	Puncak Produksi (%)	FCR
Lohmann Brown MF 402	19-20	22	92-93	2,3-2,4
Hisex Brown	20-22	22	91-92	2,36
Bovans White	20-22	22	91-92	2,2
Hubbard Golden Comet	19-20	23-24	90-94	2,2-2,5
Dekalb Warren	20-21	22-24	90-95	2,2-2,4
Bovans Goldline	20-21	21,5-22	93-95	1,9
Brown Nick	19-20	21,5-23	92-94	2,2-2,3
Bovans Nera	21-22	21,5-22	92-94	2,3-2,45
Bovans Brown	21-22	21-23	93-95	2,25-2,35
Isa Brown	18-19	20	94-95	2,4-2,5

Sumber : Hendrix (2007).

2.2 Pakan

Pakan merupakan faktor yang menentukan keberhasilan usaha peternakan khususnya peternakan unggas, dimana pakan memegang hampir 60 sampai 70% biaya produksi dari usaha peternakan unggas (Sarno dan Hastuti, 2007). Pakan adalah campuran dari berbagai macam bahan pakan yang diberikan kepada ternak untuk memenuhi kebutuhan zat-zat makanan untuk pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi (Suprijatna, Atmomarsono, dan Kartasudjana. 2005). Pakan yang seringkali digunakan oleh peternak adalah pakan komersial yang merupakan bahan pakan yang memiliki kandungan protein tinggi, tetapi energi rendah sehingga

diperlukan tambahan bahan-bahan lain agar kandungan nutrisi makin lengkap sebelum diberikan pada ternak (Harmayanda, Rosyidi, dan Sjoftan, 2016). Menurut Kartasudjana (2005), ayam mengonsumsi pakan untuk memenuhi kebutuhan energi, apabila energinya belum terpenuhi maka ayam tersebut akan terus mengonsumsi pakannya. Masing-masing ternak, termasuk unggas memiliki perbedaan dalam bentuk pakan, kandungan nutrisi pakan, dan komposisi pakan. Unggas dalam fase starter, grower, dan layer pada petelur atau finisher pada pedaging memiliki kebutuhan yang berbeda-beda (Widodo, Natsir, dan Sjoftan, 2018).

Menurut Widodo, Natsir, dan Sjoftan (2018) pakan unggas menyediakan energi yang dibutuhkan bagi unggas dan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan, produksi dan kesehatan yang semuanya terdiri dari komponen nutrisi seperti protein dan asam amino, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral. Pembentukan telur tidak lepas kaitannya dengan karbohidrat, protein, dan lemak. Ternak yang kekurangan salah satu komponen nutrisi akan menyebabkan terhambatnya produksi. Penyusunan pakan ayam memerlukan informasi mengenai kandungan nutrisi dari bahan-bahan penyusun sehingga dapat mencukupi kebutuhan nutrisi dalam jumlah dan persentase yang diinginkan (Syarif, 2003). Selama masa bertelur pemberian pakan berganti dua kali, pertama sewaktu mencapai 5% *hen day* diberikan pakan ayam bertelur fase I (pakan *layer* I atau *prelayer*) dan setelah mencapai puncak produksi diberikan pakan ayam bertelur fase II (pakan *layer* II) (Rasyaf, 2008). Kandungan nutrisi dalam pakan ayam petelur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi dalam Pakan Ayam Petelur

Kandungan Nutrisi	<i>Starter</i> 0-5 Minggu	<i>Grower</i> 5-10 Minggu	<i>Pullet</i> 10-16 Minggu	<i>Pre-Layer</i> 112 hari (2% <i>Layer</i>)
EM (Kkal/Kg)	2950,00	2850,00	2750,00	2750,00
Protein Kasar (%)	20,50	20,00	16,80	17,50
Kalsium (%)	1,05-1,10	0,90-1,10	0,95-1,05	2,0-2,10
Fosfor (%)	0,48	0,44	0,38	0,47
Metionin (%)	0,48	0,43	0,32	0,35
Lisin (%)	1,16	0,80	0,78	0,87

Sumber : PT. Charoen Pokphand Indonesia (2010).

Menurut Sudaryani dan Santoso (2003) bahwa pemberian pakan untuk periode bertelur dapat diberikan sesuai dengan umur ayam, yaitu ayam ras petelur umur 19 sampai 35 minggu membutuhkan dengan protein 19%, energi metabolisme 2800 Kkal/kg dan kalsium 3,8 sampai 4,2%, untuk ayam umur 35 sampai 76 atau 80 minggu membutuhkan protein 18%, energi metabolisme 2750 Kkal/kg dan kalsium 4,0 sampai 4,4%. Berbagai komponen dalam bahan pakan seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral diubah menjadi bahan yang mudah diserap selama pencernaan untuk mempertahankan hidup, pertumbuhan, produksi bulu, produksi telur dan penimbunan lemak (Mulyantini, 2010). Kebutuhan nutrisi ayam petelur periode layer dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur Periode Layer

Kandungan Nutrisi	Jumlah
Energi Metabolisme (Kkal/kg)	2650,00
Protein Kasar (%)	16,00
Kalsium (%)	3,25-4,25
Fosfor (%)	0,60-1,00
Serat Kasar (%)	Maks. 7
Lisin (%)	Maks. 7

Sumber : SNI (2006).

2.3 Probiotik

Istilah “probiotics” diciptakan pada tahun 1950-an oleh W. Kollath, sedangkan Lilly dan Stillwell pada tahun 1965 menggunakan istilah ini untuk bakteri dan spora hidup sebagai makanan tambahan pada hewan (*animal feed supplements*) yang membantu membatasi penggunaan antibiotik pada peternakan hewan. Probiotik dipilih dari strain yang paling bermanfaat untuk bakteri usus, yaitu bakteri dari genus *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, dan ragi. Menurut WHO dan FAO (2002), mikroorganisme hidup dimana bila diberikan di dalam jumlah yang cukup memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh.

Probiotik adalah mikroba hidup yang diberikan sebagai suplemen makanan dengan tujuan memperbaiki kesehatan dan perkembangan mikroba. Probiotik dimanfaatkan oleh peternak ayam untuk meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan, mencegah radang usus dan diare, meningkatkan produksi telur, dan memperbaiki kualitas telur. Pemberian probiotik juga dapat menjaga keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan ternak, sehingga akan memperbaiki proses pencernaan, daya cerna bahan pakan, penyerapan zat-zat

nutrisi, meningkatkan serta menjaga kesehatan ternak (Fitri, Nurliana, dan Darniati. 2017). Mikroorganisme yang banyak digunakan sebagai probiotik yaitu strain *Lactobacillus*, *Bacillus* sp., yeast, dan *Saccharomyces cereviceae* (Priastoto, Kurtini, dan Sumardi, 2016).

Penelitian ini diharapkan dengan adanya penambahan probiotik mampu memberikan efek yang signifikan terhadap kualitas fisik telur ayam petelur. Dwayana, dkk (2019) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa telur ayam petelur yang diberikan pakan probiotik BAL terenkapsulasi dan probiotik komersial menunjukkan kandungan kolesterol yang lebih rendah dibandingkan dengan pemberian pakan basal. Penurunan kandungan kolesterol terdapat pada perlakuan pakan probiotik terenkapsulasi dan probiotik komersial memiliki kadar kolesterol yang sama sebesar 3,25 mg/g. Pemberian probiotik dapat memberikan pengaruh terhadap penyerapan nutrisi dan penurunan kolesterol. Menurut Widodo, Natsir, dan Sjoftan (2018) suplementasi probiotik pada ayam petelur memberikan efek yang signifikan pada produksi telur, penurunan kadar kolesterol, ketebalan cangkang telur, dan berat cangkang telur, tetapi tidak berpengaruh terhadap konsumsi pakan, berat telur, dan konversi pakan.

Pemanfaatan *Lactobacillus* dalam pakan merupakan salah satu upaya teknologi manipulasi pakan sehingga pakan bersifat fungsional bagi ternak yang mengkonsumsinya dan produk yang dihasilkannya. Pemanfaatan probiotik sebagai pakan imbuhan karena probiotik memiliki kemampuan untuk hidup (tumbuh dan berkembang) dalam saluran pencernaan ayam sehingga mampu meningkatkan produksi, memperbaiki efisiensi pakan, dan peningkatan kualitas telur dan kesehatan ternak dengan menghambat pertumbuhan bakteri patogen

sehingga performan ayam petelur meningkat (Mulyadi, 2013). Probiotik dapat diberikan secara oral pada hewan dalam bentuk tablet, cairan, atau pasta. Probiotik juga dapat mempertahankan kualitas telur dengan menjaga kesehatan ternak serta meningkatkan penyerapan mineral dan asam amino (Toriq, Kalsum, dan Wadjdi, 2017).

Salah satu contoh probiotik yang dapat digunakan sebagai aditif pakan yaitu probiotik *Lactobacillus* sp. *Lactobacillus* merupakan kelompok bakteri asam laktat, yang memiliki karakteristik membentuk asam laktat sebagai produk akhir dari metabolisme karbohidrat. Pemberian probiotik *Lactobacillus* sp. dapat membantu dalam mencerna penyerapan gizi serta menekan mikroba yang tidak menguntungkan (patogen), oleh karena itu cara terbaik untuk mengganti antibiotik pada ayam petelur adalah dengan menambahkan probiotik *Lactobacillus* sp. dalam bentuk tepung. *Lactobacillus* sp. kemudian diproses dan dicampur dengan *whey*, *gum arab*, dan chitosan sehingga menjadi probiotik *Lactobacillus* sp. bentuk tepung. Penambahan probiotik *Lactobacillus* sp. 0,6% dalam pakan diharapkan mampu meningkatkan produksi telur dan memperbaiki kualitas telur ayam petelur (Suherman, Natsir, dan Sjoftan, 2015).

2.4 Enkapsulasi

Enkapsulasi merupakan teknologi untuk memproteksi komponen senyawa aktif yang sensitif terhadap kerusakan yang diakibatkan karena adanya proses oksidasi. Enkapsulasi juga dapat meminimalkan kehilangan nutrisi, melindungi flavor, aroma dan pigmen, meningkatkan kelarutan, merubah bahan pakan bentuk cair menjadi bentuk padat atau tepung yang memudahkan dalam penanganan dan pemberian pakan.

Menurut Julkarnain, dkk., (2016) enkapsulasi adalah suatu proses pembungkusan (*coating*) sebagai bahan inti dengan menggunakan bahan enkapsulasi tertentu, untuk mempertahankan viabilitasnya dan melindungi probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti panas, bahan kimia, asam lambung, dan garam empedu.

Metode yang paling umum digunakan dalam proses enkapsulasi adalah pengeringan semprot (*spray drying*), pengeringan beku (*freeze drying*), dan teknik emulsi (Sumanti, Lanti, Hanidah, Sukarminah, dan Giovanni. 2016). Metode lain yang dapat digunakan antara lain *coacervation*, *molecular indusion*, *via beta cyclodextrin*, *fat encapsulation*, dan *crocrystallization*. Setiap proses pada enkapsulasi tersebut memberikan hasil yang berbeda-beda pada produk akhirnya. Pemilihan teknik enkapsulasi disesuaikan pada pemanfaatan produk enkapsulasi tersebut dan kondisi proses yang diinginkan (Bhandari and D'arcy, 1996). Enkapsulasi dilakukan dengan menggunakan *microwave oven* dengan suhu 50°C selama 15 menit dan diperlukan enkapsulan sebagai bahan untuk melindungi komponen senyawa aktif (Fahimdanesh, Mohammadi, Hamed Mohammad, Fariba, and Kasra. 2012). Bahan yang digunakan sebagai material untuk melapisi disebut dengan enkapsulan.

Bahan enkapsulan merupakan bahan yang digunakan untuk melapisi bahan inti dengan tujuan tertentu. Bahan enkapsulan yang umum digunakan sebagai enkapsulan dapat berasal dari gum, karbohidrat, dan protein seperti susu skim, laktosa, sukrosa, maltodekstrin, alginat, gum arab, pati, agar, gelatin, karagenan, albumin, dan kasein (Sumanti, dkk. 2016). Bahan enkapsulan harus memberikan suatu lapisan tipis yang kohesif

dengan bahan inti dan mempunyai sifat yang sesuai dengan tujuan enkapsulasi (Shu, 2006). Gum Arab dapat diaplikasikan sebagai *binding agent* bahan pangan maupun obat. Gum Arab sebagai enkapsulan dapat mempertahankan flavor dari makanan yang dikeringkan dengan metode *spray drying* karena gum ini dapat membentuk lapisan yang dapat melindungi oksidasi, penyerapan dan evaporasi (Bertollini, Siani, and Grosso. 2001). Gum Arab sebagai emulsifier sehingga bahan yang telah diproses dengan penambahan Gum Arab akan mudah dilarutkan dalam air dan minyak (Desmawarni, 2007).

Whey merupakan serum susu yang dihasilkan setelah proses pemisahan kasein dan lemak selama pengendapan (*koagulasi*) protein susu (Al Baari, Legowo, dan Fawaid. 2013). Protein *whey* merupakan emulsifier dan sering digunakan sebagai enkapsulan. Penggunaan protein *whey* sebagai bahan kombinasi enkapsulan adalah mampu menghasilkan sifat enkapsulan lain yang memiliki kemampuan pembentuk emulsi yang baik. Mikroenkapsulasi yang digunakan pada penelitian ini bahan enkapsulan *gum arab*, *whey* dan chitosan. Menurut Nasrullah (2010) *whey* menyusun 14-24% dari total protein skim. Protein *whey* juga banyak digunakan sebagai bahan pengkapsul. Protein *whey* telah berhasil digunakan sebagai sistem dinding untuk mengenkapsulasi dinding lemak susu anhidrat dengan *spray dryer* dan rendemen lebih dari 90%.

Kitosan merupakan produk isolasi limbah crustacea yang berupa serat hewan, tidak beracun dan bersifat ramah lingkungan. Kitosan terdiri dari poli (2- deoksi-2-asetilamin-2-glukosa) dan poli (2- deoksi-2-aminoglukosa) yang berikatan secara (1-4) β -glikosidik. Kitosan adalah gula yang unik,

karena polimer ini mempunyai gugus amin bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif. Kitosan dimanfaatkan sebagai agen pelindung (*protecting agent*) bagi unggas. Penambahan kitosan dalam pakan memiliki manfaat bagi unggas yaitu menjaga kualitas pakan dari cemaran dan kontaminasi mikroorganisme, mampu meningkatkan pertumbuhan vili, dan untuk peningkatan absorbs asam amino untuk sintesa protein sebagai bahan utama pembentukan telur (Sahara, Sandi, Yosi, dan Alexa. 2020).

2.5 Teknologi Air Magnetik

Industri unggas terus berkembang di seluruh dunia baik dalam produksi daging maupun telur. Meningkatkan kualitas internal dan eksternal telur sangat penting bagi industri telur karena kualitas dapat mempengaruhi daya tahan pengiriman, penerimaan telur oleh konsumen, dan pendapatan bagi produsen telur. Meningkatkan dan mempertahankan kualitas telur telah menjadi perhatian banyak peneliti dengan menggunakan air atau *feed additive* yang berbeda (El Sabry, *et al.* 2018). Air dianggap sebagai nutrisi terpenting bagi hewan. Lebih dari 98% dari semua molekul dalam tubuh dan diperlukan untuk proses biologis termasuk pertumbuhan, produksi, pencernaan, laktasi dan keseimbangan elektrolit. Pengolahan air secara magnetis memiliki aplikasi yang luas diberbagai bidang terutama dalam produksi perunggasan (El Sabrout and Hanoun, 2019).

Terdapat beberapa faktor penting dalam keberhasilan pemeliharaan ternak yaitu manajemen pemeliharaan ternak dan ketersediaan air sangat penting untuk transportasi cairan dan nutrisi ke dalam pembuluh darah, menjaga keutuhan sel

dan pengaturan suhu tubuh hewan. Di beberapa daerah, air bawah tanah digunakan untuk minum, sedangkan kualitas air yang tersedia buruk, yang menjadi tantangan utama dalam produksi unggas. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penentuan kesesuaian sumber air dalam produksi unggas, diantaranya jenis garam terlarut, salinitas, dan kandungan nitrat. Selain itu, air yang mengandung ion anorganik kalsium, magnesium, natrium, klorida, sulfur, dan karbonat dapat mencerminkan kualitas air yang buruk (El Sherif, Eid, and Fouda. 2020).

Kualitas air merupakan faktor penting yang harus diperhatikan karena kinerja unggas dipengaruhi secara langsung oleh kuantitas dan komposisi mineral dan mikroorganisme dalam air. Menurut pedoman kualitas air minum Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) (1996), pH adalah salah satu parameter kualitas terpenting untuk air minum, dan kurang dari pH delapan lebih disukai. Perubahan pH air (alkalinitas dan kesadahan) merupakan hasil dari jumlah dan jenis mineral yang terlarut ke dalam air dari lingkungan sekitarnya. Mineral ini dapat berdampak negatif pada karakteristik air seperti rasa, bau dan penampilan, dan dapat berdampak pada konsumsi air pada ternak. Terdapatnya bikarbonat, kalsium, dan magnesium dalam air minum berdampak buruk pada kenaikan bobot badan pada ayam pedaging dan kalkun (El Sabry, *et al.* 2018). Pemaparan air terhadap medan magnet menginduksi beberapa perubahan langsung atau tidak langsung dalam sifat elektromagnetik, fisik dan kimia air seperti: pH, konduktivitas listrik, tegangan permukaan, viskositas, titik didih, dan energi molekul. Aplikasi magnetisasi air disarankan sebagai solusi ramah lingkungan yang efisien untuk beberapa masalah industri

misalnya melindungi saluran pipa dari korosi. Selain itu, penyediaan air magnet untuk ayam petelur dapat meningkatkan kualitas internal telur serta ketebalan cangkang telur. Dalam sistem produksi ternak, penggunaan aplikasi magnetisasi air memiliki beberapa kekurangan karena terbatasnya jumlah penelitian dan hasil yang beragam. Hasil yang beragam ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor seperti kekuatan medan magnet, lamanya air terpapar medan magnet, atau periode penelitian (El Sabry, *et al.* 2021). Unit magnet yang dipasang pada pipa air minum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Unit magnet dipasang pada pipa air minum

2.6 Kualitas Telur

Kualitas telur adalah istilah umum yang mengacu pada beberapa standar yang menentukan baik kualitas internal dan eksternal. Kualitas eksternal difokuskan pada kebersihan kulit, tekstur, bentuk, warna kulit, tekstur permukaan, kulit, dan keutuhan telur. Kualitas internal mengacu pada putih telur (*albumen*), kebersihan dan viskositas, ukuran sel udara, bentuk kuning telur dan kekuatan kuning telur. Penurunan kualitas

interior dapat diketahui dengan menimbang bobot telur atau meneropong ruang udara (*air cell*) dan dapat juga dengan memecah telur untuk diperiksa kondisi kuning telur, putih telur, kekentalan putih telur, warna kuning telur, posisi kuning telur, *haugh unit* (HU), dan ada tidaknya noda-noda bintik darah. Komposisi fisik dan kualitas telur dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya bangsa ayam, umur, musim, penyakit dan lingkungan, pakan yang diberikan serta sistem pemeliharaan. Kuantitas dan kualitas pakan yang diberikan sangat menentukan terhadap produksi dan kualitas telur baik secara fisik/eksternal maupun secara kimiawi/internal. Produksi dan kualitas telur akan tercapai secara maksimal apabila kualitas pakan yang diberikan mencukupi sesuai umur dan tata laksana pemeliharaan, dan akan tercapai secara efisien apabila tersedia pakan murah dengan kandungan nutrisi yang dapat memenuhi kebutuhan ayam (Tugiyanti dan Iriyanti. 2012).

2.6.1 Haugh Unit

Haugh unit (HU) adalah satuan yang memberi kolerasi antara tinggi putih telur dengan berat telur. Makin tinggi *haugh unit* semakin baik kualitas telur tersebut. Telur yang baru ditelurkan mempunyai nilai *haugh unit* 100. Lebih lanjut dinyatakan bahwa telur dengan mutu yang baik nilainya 75 sedangkan telur yang rusak mempunyai nilai *haugh unit* di bawah 50. Telur yang tidak diawetkan mengalami perubahan HU sangat cepat. Telur yang disimpan pada suhu rendah atau pendinginan mengalami perubahan *haugh unit* dari 80 menjadi 68 setelah 19 hari, sedangkan tanpa pendinginan mengalami penurunan rata-rata 1,51 unit per hari (Swacita dan Cipta, 2011).

Menurut Purwadi, dkk (2017) penentuan standar mutu telur berdasarkan *haugh unit* adalah :

1. Nilai *haugh unit* lebih dari 72 digolongkan kualitas AA
2. Nilai *haugh unit* 60-70 digolongkan kualitas A
3. Nilai *haugh unit* 31-60 digolongkan kualitas B
4. Nilai *haugh unit* kurang dari 31 digolongkan kualitas C

Jazil, Hintono dan Mulyani (2013) menyatakan pendapat bahwa perhitungan nilai *haugh unit* (HU) diawali dengan menimbang berat telur (W) pada timbangan digital, selanjutnya telur dipecah dengan hati-hati pada alas kaca datar, segera lakukan pengukuran tinggi putih telur kental (H) yaitu pada jarak 4 sampai 8 mm dari perbatasan dengan kuning telur menggunakan *tripod micrometer*.

Kualitas telur dapat diukur berdasarkan nilai HU (*haugh unit*), yaitu diukur berdasarkan tingginya putih telur, semakin tinggi nilai HU, semakin tinggi putih telur, semakin bagus kualitas telur tersebut dan menunjukkan juga bahwa telur masih baru segar. Nilai HU (*haugh unit*) telur baru sebesar 99,00 dan 100,16 sedangkan telur lama sebesar 61,02 dan 64,59. Nilai HU rendah, maka kondisi putih telur sangat encer dan mengembang, hal ini dipacu oleh suhu yang tinggi, kelembaban rendah, dan kekurangan karbondioksida (CO₂). Penyimpanan telur pada suhu 7 sampai 13°C dan kelembaban kurang dari 70% dapat menyebabkan kehilangan 10 sampai 15 HU (Tugiyanti dan Iriyanti, 2012).

2.6.2 Skor Kuning Telur

Hasil yang diperoleh dalam penelitian yang dilakukan oleh Adi, Sjojfan, dan Natsir (2015) dengan penambahan probiotik *Lactobacillus Plus* bentuk tepung berbeda menunjukkan bahwa tidak berpengaruh nyata terhadap warna kuning telur.

Kuning telur kaya akan zat gizi atau bahan kering. Kuning telur tersusun atas 17% protein ; 48,5% air ; 32,2% lemak ; 0,2% glukosa ; dan 0,3% mineral (Purwadi, dkk., 2017). Adi, Sjoftjan, dan Natsir (2015) menyatakan bahwa penambahan probiotik *Lactobacillus Plus* bentuk tepung sebagai aditif pakan pada burung puyuh tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap warna kuning telur. Perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata disebabkan karena menggunakan pakan basal yang sama. Warna kuning telur berasal dari pakan yang dikonsumsi unggas yang mengandung *xantofil*, karotenoid, kriptoxantin, dan vitamin A (Purwadi, dkk., 2017). Berubahnya warna kuning telur disebabkan karena penurunan kandungan pigmen xantofil dalam pakan. Pigmen pembawa warna kuning telur biasanya dimiliki bahan pakan yang berwarna kuning seperti jagung kuning. Adanya perbedaan persentase dalam bahan pakan yang digunakan pada tiap-tiap perlakuan pakan tersebut dapat mempengaruhi kandungan xantofil dalam pakan yang pada akhirnya akan mempengaruhi warna kuning dari kuning telur yang dihasilkan (Harmayanda, dkk., 2016). Semakin tinggi kandungan karoten akan menyebabkan warna kuning telur semakin tua. Karoten banyak terkandung dalam pigmen *xantophyl* sedangkan pigmen xantophyl banyak terdapat pada jagung. Warna kuning telur merupakan kriteria utama kualitas isi telur dalam pemasaran. Konsumen pada umumnya lebih menyukai telur dengan warna kuning yang berkisar antara kuning emas sampai oranye (skor warna kuning telur 9 sampai 12) (Adi, dkk., 2015). Argo, Tristiarti, dan Mangisah (2013) menyatakan pendapat bahwa keragaman kuning telur dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bangsa, genetik,

kondisi kandang, penyakit, cekaman, oksidasi xantofil dan angka produksi telur.

Faktor lain yang mempengaruhi warna kuning telur selain pakan adalah lama penyimpanan. Warna kuning telur berubah semakin muda seiring dengan penyimpanan. Telur yang disimpan lama merubah warna kuning telur menjadi pudar. Hal ini disebabkan adanya proses pengenceran putih telur, yaitu diserapnya air dari putih telur ke dalam kuning telur sehingga kuning telur menjadi muda dan pucat (Adi, dkk., 2015).

2.6.3 Indeks Kuning Telur

Indeks kuning telur adalah perbandingan antara tinggi kuning telur dengan diameternya setelah kuning telur dipisahkan dari putih telur. Telur segar mempunyai indeks kuning telur 0,33 sampai 0,50 dengan nilai rata-rata indeks kuning telur 0,42. Dengan bertambahnya umur telur, maka indeks kuning telur akan menurun karena penambahan ukuran kuning telur akibat perpindahan air (Swacita dan Cipta, 2011). Perbandingan antara tinggi kuning telur dengan rata-rata diameter kuning telur (indeks kuning telur) telur segar berada pada kisaran 0,30 sampai 0,50 dengan nilai rata-rata 0,42. Penurunan nilai indeks kuning telur yang terjadi, diduga kemungkinan karena pada perlakuan terjadi penurunan kualitas pakan (kandungan protein kasar) dalam pakan perlakuan. Penurunan nilai indeks kuning telur dapat terjadi akibat menurunnya kandungan protein (Harmayanda, dkk., 2016).

2.6.4 Indeks Putih Telur

Indeks putih telur merupakan perbandingan antara tinggi putih telur dengan rata-rata garis tengah panjang dan pendek

putih telur. Dalam telur yang baru ditelurkan nilai ini berkisar antara 0,050 dan 0,174 meskipun biasanya berkisar antara 0,090 dan 0,120. Indeks putih telur juga menurun karena penyimpanan dan pemecahan ovomucin yang di percepat pada pH yang tinggi. Penurunan indeks putih telur disebabkan terjadinya penguapan air dan gas CO₂ dari isi telur sehingga sifat basa dari putih telur naik yang pada akhirnya menyebabkan serabut-serabut ovomucin menjadi rusak dan pecah. Hal ini disebabkan adanya perbedaan kualitas kandungan dalam pakan dapat mempengaruhi nilai dari indeks putih telur (Harmayanda, dkk., 2016).

2.6.5 Kolesterol Telur

Kolesterol merupakan bagian dari lipid yang menjadi komponen penting membran beberapa sel dalam tubuh dan beberapa lipoprotein plasma serta sebagai prekursor untuk sintesis hormon steroid dan garam empedu. Tingginya kadar kolesterol dalam darah dapat menjadi indikator tinginya kadar kolesterol dalam beberapa jaringan. Tingginya kolesterol dalam kuning telur dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia yang mengonsumsinya. Kadar kolesterol kuning telur selalu tinggi dibandingkan kandungan kolesterol darah dikarenakan telur merupakan akhir dari distribusi vitelogenin yang tersusun oleh kolesterol, trigliserida, fosfolipid dan protein. Vitelogenin disintesis di hati yang dikemas dalam bentuk VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*). Kemudian ditransferkan kedalam ovarium dan diakumulasikan dalam folikel sebagai kuning telur. Kadar kolesterol kuning telur akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar kolesterol darah. Deposisi kolesterol dalam telur banyak dipengaruhi berbagai faktor antara lain faktor genetik, nutrient

dan obat - obatan. Kadar kolesterol kuning telur yang tidak menurun dikarenakan kolesterol kuning telur merupakan distribusi akhir dari vitelogenin, komposisi vitelogenin diantaranya kolesterol, fosfolipid, protein dan trigliserida serta metabolisme secara keseluruhan (Nurazizah, Nabila, Adriani, Widjastuti, dan Latipudin. 2020).

Upaya menurunkan kadar kolesterol telur salah satunya dengan menambahkan probiotik. Selain mampu menghasilkan senyawa antimikroba, bakteri ini juga dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh baik itu pada manusia maupun hewan ternak. Bakteri probiotik juga memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar kolesterol. Probiotik dapat memproduksi senyawa yang dapat menghambat sintesis lemak, memobilisasi atau mereduksinya sehingga disebut dengan penghasil antikolesterol. Probiotik *Lactobacillus* sp. mampu mengikat kolesterol yang terdapat pada aliran darah, kemudian dibawa ke usus halus untuk dibuang bersama feses. Mekanisme ini berdampak langsung terhadap penurunan kadar kolesterol yang dibawa darah ke ovarium sebagai tempat produksi kuning telur (Dwyana, dkk. 2019). Adanya penurunan kadar kolesterol pada kuning telur disebabkan semakin besar jumlah probiotik yang diberikan sehingga semakin tinggi jumlah mikroba dan aktivitas probiotik dalam saluran pencernaan (Adi, dkk., 2015).



BAB III

MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan secara *in vivo* di peternakan milik Bapak Choirul di Desa Sumbersekar, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang dilaksanakan mulai tanggal 22 Agustus sampai 03 Oktober 2020. Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk proses enkapsulasi aditif pakan yang dilaksanakan mulai tanggal 29 Juli sampai 25 September 2020, dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk uji kualitas telur. Pengamatan kolesterol kuning telur dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran Bandung.

3.2 Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah ayam petelur dengan strain *Isa Brown* berumur 57 minggu sebanyak 144 ekor ayam petelur. *Feed additive* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Probiotik MKA Bio-2 yang dapat dibeli di Gangsar *Poultry Shop* Malang, selain itu magnet bar yang digunakan memiliki ukuran 20x10x15 mm dan diletakkan diluar pipa PVC dengan jarak antar magnet bar adalah 15 cm.

3.2.1 Koefisien Keragaman

Penelitian ini menggunakan 144 ekor ayam petelur dengan strain *Isa Brown* berumur 57 minggu. Dengan koefisien keragaman (KK) sebesar 3,42% serta rata-rata egg mass sebesar 57,33 gram dan standar deviasi 1,97. Pengambilan data dilakukan selama 42 hari dan diaplikasikan kedalam 2 faktor

dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan dimana setiap ulangannya terdiri dari 6 ekor ayam petelur.

3.2.2 Pakan dan Air Minum

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan yang telah diformulasikan sendiri dan terdiri dari beberapa bahan pakan yang ditunjukkan pada Tabel 4. *Feed additive* yang diberikan berupa probiotik dalam bentuk enkapsulasi dan cair. Probiotik yang diberikan mengandung bakteri *Lactobacillus* sp., *Bacillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Pseudomonas* sp. dengan total bakteri $1,8 \times 10^7$ CFU/ml. Pakan yang diberikan berupa *mash* dan dicampurkan 0,6% probiotik enkapsulasi sedangkan air minum diberikan campuran 0,6% probiotik non enkapsulasi. Pemberian pakan dilakukan pagi hari dengan jumlah 720 g untuk setiap ulangan dan air minum diberikan secara *ad libitum*. Kandungan pakan basal yang digunakan selama penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi dan kandungan zat nutrisi pakan basal

Bahan Pakan	Komposisi (%)
Jagung	51,5
Bekatul	11,8
Bungkil Kedelai	23,9
MBM	3,7
MILL	4,45
TB	3,1
Lysine	0,1
Metionine	0,15
Premix B	0,1
Premix C	0,6
Garam	0,2
MCP	0,4
Jumlah	100
Kandungan nutrisi*	Jumlah
BK (%)	90,28
Protein Kasar (%)	19,44
Abu (%)	7,99
Serat Kasar (%)	2,95
Lemak Kasar (%)	4,93

Keterangan : *Hasil Analisa Lab. Nutrisi dan Makanan Ternak
Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya
tahun 2020.

3.2.3 Kandang dan Peralatan

Sistem perkandangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang *battery*. Kandang yang digunakan berjumlah 144 buah berukuran 47 x 36 x 30 cm, terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan masing-masing tiap ulangan diisi 6 ekor ayam

petelur berumur 57 minggu. Tiap petak dilengkapi dengan tempat pakan, tempat minum dan penampung telur.

P2M0 U2	P1M0 U1	P0M1 U3	P2M1 U2	P1M1 U4	P2M1 U4	P0M1 U1	P2M1 U1
P1M0 U3	P0M0 U3	P2M0 U4	P1M1 U1	P2M0 U3	P0M0 U2	P2M1 U3	P0M1 U2
P0M0 U1	P1M0 U2	P1M1 U3	P0M0 U4	P1M1 U2	P1M0 U4	P0M1 U4	P2M0 U1

Gambar 3. Denah kandang perlakuan pada penelitian

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode percobaan pakan secara *in vivo* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola tersarang dengan 2 faktor perlakuan. Faktor 1 adalah bentuk *feed additive* yaitu probiotik dalam bentuk kontrol (P0), non enkapsulasi (P1) dan enkapsulasi (P2). Faktor 2 adalah bentuk penambahan medan magnet dalam air minum terdiri dari non magnet (M0) dan magnet (M1). Penelitian ini terdiri dari 2 faktor dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan sehingga terdapat 144 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan sebagai berikut :

P0M0 : Pakan basal + Non magnet

P0M1 : Pakan basal + Magnet

P1M0 : Pakan basal + 0,6% Probiotik non enkapsulasi + Non magnet

P1M1 : Pakan basal + 0,6% Probiotik non enkapsulasi + Magnet

P2M0 : Pakan basal + 0,6% Probiotik enkapsulasi + Non magnet

P2M1 : Pakan basal + 0,6% Probiotik enkapsulasi + Magnet



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Pembuatan

3.4.1.1 Enkapsulasi

- a. Ditambahkan bahan enkapsulan (Gum Arab, *whey* dan chitosan) perbandingan (3 : 1 : 0,25) dalam satuan gram dan probiotik sebanyak 100 ml.
- b. Dilakukan pengadukan dengan mixer selama 20 menit.
- c. Dimasukkan kedalam *microwave oven* hasil dari pengadukan dengan suhu maksimal 55°C selama 20 menit.
- d. Diambil hasil enkapsulasi probiotik dan dihaluskan.

3.4.1.2 Persiapan Kandang

Kandang yang digunakan untuk penelitian ini adalah kandang *battery*. Kandang yang digunakan berjumlah 144 unit *pen* dengan ukuran 47 x 36 x 30 cm dimana tiap ulangan diisi 6 ekor ayam petelur dan terdapat satu magnet dengan ukuran 20x10x15 mm pada pipa PVC untuk setiap ulangan. Tiap kandang dilengkapi dengan tempat pakan, tempat minum dan penampung telur.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Setiap unit ulangan ditimbang dan diberi pakan sebanyak 720 g untuk setiap ulangan selama 1 hari. Penimbangan dan pemberian pakan disesuaikan berdasarkan standar kebutuhan pakan ayam petelur yang berlaku yaitu 120 g per ekor per hari. Pakan yang diberikan dalam bentuk *mash* dan dicampurkan dengan perlakuan yaitu probiotik dalam bentuk tepung sedangkan air minum dicampurkan dengan perlakuan probiotik dalam bentuk cair. Suhu dan kelembaban kandang dicatat setiap pagi dan sore hari secara rutin, setiap hari dilakukan pengecekan konsumsi air minum seperti pada Lampiran 2.

3.5 Tahap Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada ayam petelur berumur 57 minggu. Pengambilan data dilakukan setiap seminggu sekali dengan mencatat jumlah telur yang dihasilkan tiap ulangan percobaan, ditimbang berat telurnya, kemudian dihitung dan diukur menggunakan alat sesuai dengan ketentuan tiap variabel.

Pengukuran kolesterol kuning telur dilakukan dengan pembuatan powder kuning telur. Dilakukan pemisahan putih telur dan kuning telur kemudian ditimbang ± 50 gram, dimasukkan ke *aluminium foil*. Kuning telur dimasukkan kedalam oven dengan suhu 80°C hingga kadar lemak dalam kuning telur berkurang kemudian dihaluskan kuning telur hingga berbentuk *powder*.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti adalah kualitas fisik telur. Adapun variabel kualitas fisik telur yang diamati dalam penelitian adalah :

3.6.1 Haugh Unit

Perhitungan *Haugh Unit* telur diawali dengan telur ditimbang kemudian dicatat sesuai dengan bobotnya. Telur dipecah di atas kaca bidang datar, kemudian dilakukan pengukuran tinggi putih telur dengan jangka sorong pada 3 titik yang berbeda dengan jarak 1 mm dari kuning telur, dan diambil rata-ratanya (Azizah, Djaelani, dan Mardiaty, 2018).

3.6.2 Skor Kuning Telur

Pengukuran warna kuning telur dilakukan setiap minggu dengan cara membandingkan kuning telur dengan *Egg Yolk Colour Fan* yang memiliki standar warna 1-15, semakin tinggi

skor warna kuning telur maka semakin baik kualitas telur tersebut (Adi, dkk., 2015).

3.6.3 Indeks Kuning Telur

Indeks kuning telur diukur dengan menggunakan micrometer dan *tripod micrometer*. Fungsi micrometer yaitu mengukur panjang dan lebar telur dan *tripod micrometer* untuk mengukur ketinggian kuning telur (Wijaya, Suprijatna, dan Kismiati, 2017). Untuk penghitungan indeks kuning telur seperti yang digunakan Azizah, dkk. (2018) adalah sebagai berikut :

$$\text{Indeks Kuning Telur} = \frac{T}{\frac{1}{2}(d_1 + d_2)}$$

Keterangan :

T : Tinggi kuning telur

d1 : Panjang kuning telur

d2 : Lebar kuning telur

3.6.4 Indeks Putih Telur

Indeks putih telur diukur dengan menggunakan micrometer dan *tripod micrometer*. Fungsi mikrometer yaitu mengukur panjang dan lebar telur dan *tripod micrometer* untuk mengukur ketinggian putih telur (Wijaya, Suprijatna, dan Kismiati, 2017). Untuk penghitungan indeks putih telur seperti yang digunakan Wijaya, dkk. (2017) adalah sebagai berikut :

$$\text{Indeks Putih Telur} = \frac{H}{0,5(D_1 + D_2)}$$

Keterangan :

H : Tinggi putih telur

D1 : Panjang putih telur

D2 : Lebar putih telur

3.6.5 Kolesterol Telur

Metode pengukuran kadar kolesterol telur menggunakan metode CHOD PAP Kit dengan menggunakan alat Spechtrofotometer (Adi, dkk., 2015).

3.7 Analisis Statistik

Data yang diperoleh akan ditabulasi dengan program *Microsoft Excel*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola tersarang (*nested*) dengan perlakuan dan ulangan ($3 \times 2 \times 4$). Data di analisis dengan menggunakan analisis ragam (*Analisis of varian* = ANOVA) dengan rumus yang digunakan Sudarwati, Natsir, dan Nurgartiningsih (2019) :

$$Y_{ij(k)} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i) + \epsilon_{k(ij)}$$

Keterangan :

Y_{ij} = nilai pengamatan pada faktor A level-i dan faktor B level-j ulangan ke-k

μ = nilai tengah umum

α_i = pengaruh faktor A pada level-i

$\beta_j(i)$ = pengaruh dari faktor B level ke-j yang tersarang pada faktor A level ke-i

$\epsilon_{k(ij)}$ = galat percobaan

i = 1,2

j = 1,2,3

k = 1,2,3,4

Apabila diperoleh hasil yang berbeda maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan's. Adapun model matematika uji jarak berganda Duncan's yaitu :

$$SE = \frac{\sqrt{KTG}}{r}$$

Keterangan :

SE = Standar Error

KTG = Kuadrat Tengah Galat

r = Banyaknya Ulangan

T = Banyaknya Perlakuan

3.8 Batasan Istilah

Batasan istilah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. *Feed additive* : Suatu senyawa yang bukan merupakan termasuk zat makanan dengan tujuan untuk memacu pertumbuhan, memperbaiki kualitas dan kuantitas produksi ternak, meningkatkan efisiensi pakan serta kesehatan ternak.
2. Probiotik : Mikroba hidup yang diberikan sebagai suplemen makanan dengan tujuan memperbaiki kesehatan dan perkembangan mikroba.
3. Enkapsulasi : Suatu proses pembungkusan (*coating*) suatu bahan inti, dalam hal ini adalah bakteri probiotik sebagai bahan inti.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Penambahan Probiotik Sebagai Aditif Pakan Terhadap Kualitas Fisik Telur Ayam Petelur

Hasil pengamatan kualitas fisik telur ayam petelur meliputi *Haugh unit* (%), skor warna kuning telur (*roche*), indeks kuning telur (%), indeks putih telur (%) dan kolesterol kuning telur (mg/100g) dalam bentuk kontrol (P0), non enkapsulasi (P1) dan enkapsulasi (P2) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata pengaruh penambahan probiotik dalam bentuk yang berbeda terhadap kualitas fisik telur ayam petelur.

Variabel	Perlakuan		
	P0	P1	P2
<i>Haugh Unit</i> (%)*	88,50 ± 3,13 ^a	91,49 ± 2,01 ^b	94,88 ± 4,86 ^c
Skor Kuning Telur (<i>roche</i>)	7,85 ± 0,39	7,65 ± 0,36	7,54 ± 0,27
Indeks Kuning Telur (%)	0,419 ± 0,01	0,423 ± 0,01	0,43 ± 0,01
Indeks Putih Telur (%)**	0,75 ± 0,08 ^d	0,82 ± 0,09 ^e	0,95 ± 0,14 ^f
Kolesterol Kuning Telur (mg/100g)**	225,04 ± 1,18 ^l	224,57 ± 1,05 ^l	217,10 ± 0,78 ^k

Keterangan : *Superskrip yang berbeda (a-c) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

**Superskrip yang berbeda (d-f) dan (k-l) pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$).

4.1.1 Pengaruh Terhadap *Haugh Unit* (%)

Haugh unit merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas sebutir telur melalui

kekentalan putih telur dan bobot telur (Setiawati, Afnan, dan Ulupi, 2016). Nilai *haugh unit* tergantung pada tinggi rendahnya bobot telur dan tebal putih telur. Jika bobot telur menurun akibat penyimpanan, maka ada kecenderungan tebal putih telur dan nilai *haugh unit* akan menurun juga (Harmayanda, dkk., 2016).

Tabel 5 menunjukkan hasil rata-rata nilai *haugh unit* ayam petelur berdasarkan penambahan probiotik. Berdasarkan hasil dari analisis data pada Lampiran 3, perlakuan penambahan bentuk probiotik terlihat menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai *haugh unit* ayam petelur. Hal ini dikarenakan adanya penambahan bahan sebagai enkapsulan yaitu Gum Arab, *whey* dan chitosan pada aditif pakan probiotik dalam bentuk enkapsulasi. Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Bertollini, *et al* (2001) Gum Arab digunakan sebagai enkapsulan dapat melindungi dari oksidasi, penyerapan dan evaporasi sehingga dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan keselarasan hasil karena rata-rata penggunaan aditif pakan dalam bentuk enkapsulan yang mengandung Gum Arab lebih tinggi dibandingkan aditif pakan dalam bentuk tepung yang tidak mengandung Gum Arab. Selain itu, penambahan kitosan dalam pakan selain menjaga kualitas pakan juga bermanfaat untuk peningkatan absorpsi asam amino yang dibutuhkan untuk sintesa protein sebagai bahan utama pembentukan telur (Sahara, dkk., 2020). Kebutuhan zat makanan unggas harus dipenuhi dari luar tubuhnya yaitu kebutuhan protein, energi, vitamin, mineral dan air. Kandungan protein pakan setiap perlakuan mempengaruhi bobot telur dan juga berfungsi dalam pembentukan kekentalan putih telur sehingga keduanya berpengaruh terhadap kualitas nilai *haugh unit* yang dihasilkan

(Adi, dkk., 2015). Asam amino merupakan komponen penyusun dari putih telur. Penyerapan asam amino akan mempengaruhi kualitas putih telur. Adanya ovomucin dan lecitin dapat mempertahankan kekentalan putih telur yang mempengaruhi tinggi putih telur (Septiana, Sofjan, dan Natsir, 2010).

Hasil penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan oleh Sari, dkk. (2015) menyatakan bahwa penambahan probiotik tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap *haugh unit*. Hal ini diduga karena adanya peningkatan mukus usus halus yang diproduksi oleh *Saccharomyces* sp., pada ayam yang mengkonsumsi probiotik lokal. Sel goblet akan memproduksi mukus karena pemberian produk dinding sel dari *Saccharomyces cerevisiae* di dalam ransum. Mukosa usus merupakan lapisan epitel usus yang berfungsi untuk menyerap zat nutrisi akan tertutupi mukus yang diproduksi oleh sel goblet, sehingga penyerapan nutrisi, selain mineral akan kurang maksimal.

Rata-rata nilai *haugh unit* tertinggi hingga terendah yang dihasilkan pada perlakuan bentuk penambahan probiotik sebagai aditif pakan yaitu sebesar $94,88 \pm 4,86$ % dalam bentuk enkapsulasi (P2), $91,49 \pm 2,01$ % dalam bentuk non enkapsulasi (P1), dan $88,50 \pm 3,13$ % dalam bentuk kontrol (P0). Hasil analisis pada Lampiran 3 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan P0, P1, dan P2. Berdasarkan hasil analisis diatas menunjukkan bahwa rata-rata nilai *haugh unit* dengan perlakuan penambahan probiotik dalam bentuk enkapsulasi (P2) sebagai aditif pakan memiliki nilai *haugh unit* yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya pada perlakuan penambahan probiotik bentuk cair sebagai aditif pakan. Hal ini dikarenakan pada perlakuan P2

merupakan penambahan probiotik bentuk enkapsulasi. Enkapsulasi merupakan suatu proses pembungkusan (*coating*) suatu bahan inti, dalam hal ini adalah bakteri probiotik sebagai bahan inti dengan menggunakan bahan enkapsulasi tertentu, yang bermanfaat untuk mempertahankan viabilitasnya dan melindungi probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Suroso, dkk., 2012). Menurut Bertollini, *et al.* (2001) bahan lapisan (*coating*) yang paling banyak digunakan dalam enkapsulasi antara lain adalah karbohidrat, selulosa, dan turunannya seperti lipid dan protein.

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi nilai *haugh unit* yaitu jenis pakan, lama penyimpanan dan suhu penyimpanan. Nilai *haugh unit* rendah, maka kondisi putih telur sangat encer dan mengembang, hal ini dipacu oleh suhu yang tinggi, kelembaban rendah, dan kekurangan karbon dioksida (CO₂). Penyimpanan telur pada suhu 7 sampai 13°C dan kelembaban kurang dari 70% dapat menyebabkan kehilangan 10 sampai 15 *haugh unit* (Adi, dkk., 2015).

4.1.2 Pengaruh Terhadap Skor Kuning Telur (*roche*)

Warna kuning telur merupakan kriteria utama tentang kualitas isi telur. Warna kuning telur yang baik bervariasi antara nilai 9 hingga 10 pada skala *roche*, sedangkan di Eropa menginginkan nilai 10 hingga 11 pada skala *roche* (Ratnasari, Djunaidi, dan Sjoftan, 2013). Keragaman kuning telur dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bangsa, genetik, kondisi kandang, penyakit, cekaman, oksidasi xantofil dan angka produksi telur (Argo, dkk., 2013).

Tabel 5. menunjukkan hasil rata-rata nilai skor kuning telur ayam petelur berdasarkan perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan. Berdasarkan hasil analisis

statistik pada Lampiran 4, perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p>0,05$) terhadap skor kuning telur ayam petelur. Hal ini dikarenakan penggunaan pakan basal yang sama sehingga penambahan probiotik bentuk tepung dalam pakan tidak mempengaruhi warna kuning telur. Menurut Adi, dkk. (2015) warna kuning telur tergantung pada pigmen dalam pakan unggas yang dikonsumsi. Pigmen pemberi warna kuning telur yang ada dalam pakan secara fisiologis akan diserap oleh organ pencernaan usus halus dan diedarkan ke organ target yang membutuhkan. Pigmen telur adalah karoten dan riboflavin yang diklasifikasi sebagai lipokrom, yaitu *xanthophyll* maka warna kuning telur semakin berwarna jingga kemerahan.

Hasil rata-rata skor kuning telur dari tertinggi hingga terendah pada perlakuan bentuk penambahan probiotik sebagai aditif pakan yaitu sebesar $7,85 \pm 0,39$ % pada perlakuan pakan basal (P0), $7,65 \pm 0,36$ % pada perlakuan penambahan probiotik non enkapsulasi (P1), dan $7,54 \pm 0,27$ % pada perlakuan penambahan probiotik enkapsulasi (P2). Berdasarkan hasil analisis diatas menunjukkan kecenderungan penurunan terhadap nilai skor kuning telur pada perlakuan P2 dengan penambahan probiotik terenkapsulasi. Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan probiotik dalam bentuk kontrol (P0) menunjukkan nilai skor kuning telur tertinggi dibandingkan perlakuan dalam bentuk enkapsulasi (P2). Adapun rata-rata skor kuning telur tertinggi pada pakan basal (P0) yaitu sebesar $7,85 \pm 0,39$ % dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Adi, dkk. (2015) warna kuning telur disebabkan oleh adanya kandungan

karoten pada kuning telur tersebut. Semakin tinggi kandungan karoten akan menyebabkan warna kuning telur semakin tua. Karoten banyak terkandung dalam pigmen *xantophyll* sedangkan pigmen *xantophyll* banyak terdapat pada jagung. Proporsi jagung pada semua perlakuan yang diberikan relatif sama sehingga kandungan karoten antar perlakuan tidak berbeda maka tidak menyebabkan terjadinya peningkatan pada warna kuning telur. Adanya perbedaan persentase dalam bahan pakan yang digunakan pada tiap-tiap perlakuan pakan tersebut dapat mempengaruhi kandungan *xantophyll* dalam pakan yang pada akhirnya akan mempengaruhi warna kuning dari kuning telur yang dihasilkan (Harmayanda, dkk. 2016).

4.1.3 Pengaruh Terhadap Indeks Kuning Telur (%)

Indeks kuning telur adalah perbandingan antara tinggi kuning telur dengan diameternya setelah kuning telur dipisahkan dari putih telur (Swacita dan Cipta, 2011). Adapun cara mengukur indeks kuning telur yaitu telur yang telah dipecah kemudian diletakkan diatas plat kaca, mengukur tinggi kuning telur, panjang dan lebarnya dengan micrometer (Aulia, Dihansih, dan Kardaya, 2016). Telur segar mempunyai indeks kuning telur 0,33 sampai 0,50 dengan nilai rata-rata indeks kuning telur 0,42. Dengan bertambahnya umur telur, maka indeks kuning telur akan menurun karena penambahan ukuran kuning telur akibat perpindahan air (Swacita dan Cipta, 2011).

Tabel 5 menunjukkan hasil rata-rata nilai indeks kuning telur ayam petelur berdasarkan perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan. Berdasarkan hasil dari analisis statistik pada Lampiran 5, perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan menunjukkan tidak adanya

perbedaan yang nyata ($p>0,05$) terhadap indeks kuning telur ayam petelur. Nilai indeks kuning telur yang tidak berbeda nyata ini disebabkan oleh fungsi dari mikroba dalam probiotik dari mikroba lokal tidak maksimal. Pada unggas, probiotik akan menambah jumlah mikroba yang menguntungkan dan menekan mikroba yang merugikan dengan cara berkompetisi untuk hidup di dalam saluran pencernaan (Pribadi, Kurtini, dan Sumardi, 2015). Selain itu, konsumsi protein dapat mempengaruhi tinggi dari kuning telur sedangkan indeks kuning telur dipengaruhi oleh tinggi kuning telur. Semakin tinggi kandungan protein dan lemak dalam pakan maka semakin tinggi indeks kuning telur (Aulia, dkk., 2016).

Nilai rata-rata indeks kuning telur tertinggi hingga terendah pada perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan yaitu $0,43 \pm 0,01$ % dengan penambahan probiotik enkapsulasi (P2), $0,423 \pm 0,01$ % dengan penambahan probiotik non enkapsulasi (P1), dan $0,419 \pm 0,01$ % dengan penambahan pakan basal (P0). Hasil rata-rata pada Tabel 5 bahwa perlakuan P2 dengan penambahan probiotik dalam bentuk enkapsulasi sebesar 0,6% menunjukkan hasil yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Adapun, pada perlakuan P0 dengan tanpa penambahan probiotik memiliki nilai rata-rata indeks kuning telur paling rendah yaitu $0,419 \pm 0,01$ %. Berdasarkan hasil analisis diatas pada perlakuan penambahan probiotik enkapsulasi (P2) cenderung mengalami peningkatan terhadap nilai rata-rata indeks kuning telur. Hal ini dikarenakan, penambahan bahan enkapsulan dalam penelitian ini seperti gum arab, *whey* dan chitosan pada aditif pakan dalam bentuk probiotik terenkapsulasi. Penambahan kitosan dalam pakan selain menjaga kualitas

pakan juga bermanfaat untuk peningkatan absorpsi asam amino yang dibutuhkan untuk sintesa protein sebagai bahan utama pembentukan telur (Sahara, dkk. 2020). Ketersediaan protein dan asam amino didalam pakan dapat mempengaruhi indeks kuning telur, karena protein dan asam amino merupakan komponen pembentuk membran vitelin yang berfungsi menahan kuning telur sehingga nilai indeks kuning telur bergantung dari asupan protein yang dikonsumsi oleh ternak. Kualitas membran vitelin dipengaruhi oleh protein dalam pakan yang berguna untuk mempertahankan kuning telur. Kualitas membran vitelin dan pakan dengan kandungan protein yang memenuhi kebutuhan memberikan pengaruh besar bagi indeks kuning telur (*yolk index*) (Sartika, Yaman, dan Sabri, 2018). Nilai indeks kuning telur yang rendah juga disebabkan oleh lama penyimpanan telur. Semakin bertambahnya umur simpan telur, indeks kuning telur semakin menurun karena penambahan ukuran kuning telur sebagai akibat perpindahan air. Perpindahan air tersebut berasal dari migrasi cairan dari putih telur menuju ke dalam kuning telur. Selain menyebabkan perpindahan cairan dari putih telur menuju ke dalam kuning telur, lama penyimpanan telur juga menyebabkan melemahnya kekuatan dan elastisitas membran vitellin sehingga ukuran kuning telur bertambah besar dan dihasilkan nilai indeks kuning telur menjadi lebih rendah (Priyadi, dkk., 2015).

4.1.4 Pengaruh Terhadap Indeks Putih Telur (%)

Tabel 5 menunjukkan hasil rata-rata nilai indeks putih telur ayam petelur berdasarkan perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan. Berdasarkan hasil analisis statistika pada Lampiran 6, perlakuan penambahan bentuk

probiotik sebagai aditif pakan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap indeks putih telur ayam petelur. Hal ini dikarenakan adanya penambahan bahan yaitu Gum Arab, *whey* dan chitosan pada probiotik sebagai aditif pakan. Penambahan kitosan dalam pakan selain menjaga kualitas pakan juga bermanfaat untuk peningkatan absorpsi asam amino yang dibutuhkan untuk sintesa protein sebagai bahan utama pembentukan telur (Sahara, dkk., 2020). Menurut Wijaya, dkk. (2017) probiotik dalam saluran pencernaan berperan membantu metabolisme zat-zat nutrien. Bahan utama untuk menentukan tinggi putih telur dan pembentukan ovomucin itu terletak pada konsumsi protein. Semakin tinggi konsumsi protein, maka pembentukan ovomucin juga semakin besar, sehingga semakin tinggi indeks putih telur. Dalam telur yang baru ditelurkan nilai ini berkisar antara 0,050 dan 0,174 meskipun biasanya berkisar antara 0,090 dan 0,120 (Harmayanda, dkk., 2016).

Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Yoruk, *et al.* (2004) bahwa penambahan probiotik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap indeks putih telur dengan rata-rata sebesar 7,3 hingga 8,4 dalam satuan persen. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Wijaya, dkk. (2017) dengan rata-rata indeks putih telur $0,136 \pm 0,015$ memberikan hasil berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) nilai indeks telur tersebut termasuk kisaran standar. Hal ini dikarenakan probiotik dalam saluran pencernaan berperan membantu metabolisme zat-zat nutrien. Konsumsi dan pencernaan protein dalam penelitian ini yang tidak berbeda nyata menyebabkan kualitas interior telur (indeks putih telur) juga tidak berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol (Wijaya, dkk., 2017).

Hasil rata-rata indeks putih telur pada perlakuan penambahan probiotik sebagai aditif pakan dari tertinggi hingga terendah yaitu $0,95 \pm 0,14$ % dengan perlakuan penambahan probiotik enkapsulasi 0,6% (P2), $0,82 \pm 0,09$ % dengan perlakuan penambahan probiotik non enkapsulasi 0,6% (P1) dan $0,75 \pm 0,08$ % dengan perlakuan penambahan pakan basal (P0). Hasil analisis pada Lampiran 6 menunjukkan bahwa nilai indeks putih telur pada perlakuan pakan basal (P0), perlakuan penambahan probiotik non enkapsulasi (P1) dan perlakuan penambahan probiotik enkapsulasi (P2) cenderung memiliki peningkatan terhadap nilai indeks putih telur pada telur. Penambahan probiotik pada penelitian ini diketahui dapat meningkatkan nilai indeks putih telur, hal ini dapat dilihat pada perlakuan penambahan probiotik non enkapsulasi (P1) dan probiotik enkapsulasi (P2) cenderung mengalami peningkatan terhadap nilai indeks putih telur. Berdasarkan hasil analisis statistik pada Lampiran 6 bahwa antar perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Meski begitu, rata-rata tertinggi dihasilkan oleh penambahan probiotik bentuk enkapsulasi (P2) sebesar $0,95 \pm 0,14$ dalam satuan persen. Indeks putih telur dipengaruhi oleh protein pakan, pemberian pakan dan formulasi pakan harus memenuhi kebutuhan ternak agar mampu meningkatkan kualitas interior telur seperti indeks putih telur. Penambahan probiotik untuk meningkatkan kualitas indeks putih telur bukan faktor tunggal, tetapi banyak faktor juga mempengaruhi kinerjanya yaitu komposisi mikroba inang, cara pemberian probiotik dan jenis probiotiknya. Indeks putih telur ditentukan oleh tinggi putih telur kental, faktor yang mempengaruhi kekentalan putih telur antara lain, genetik ternak seperti umur, strain, fisiologi ternak,

fisiologi lingkungan ternak, kemampuan saluran pencernaan ternak dalam menyerap zat-zat nutrisi, kebutuhan nutrisi pakan ternak, terutama kebutuhan protein untuk ternak unggas (Wijaya, dkk., 2017).

4.1.5 Pengaruh Terhadap Kolesterol Kuning Telur (mg/100g)

Tabel 5 menunjukkan hasil rata-rata nilai kolesterol kuning telur pada ayam petelur berdasarkan perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan. Berdasarkan hasil dari analisis statistik pada Lampiran 7, perlakuan penambahan bentuk probiotik sebagai aditif pakan menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kolesterol kuning telur pada ayam petelur. Probiotik diketahui dapat sebagai faktor pakan yang dapat mempengaruhi kadar kolesterol kuning telur. Suplementasi *Lactobacillus* sp. pada ayam petelur menghasilkan penurunan kolesterol serum yang signifikan. Selain itu, telah dilaporkan bahwa *Lactobacillus* sp. secara langsung menekan kolesterol di saluran pencernaan, yang mungkin bermanfaat dalam mengurangi kadar kolesterol serum (Kurtoglu, *et al.* 2014). Berdasarkan analisis pada Lampiran 7 bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan kontrol (P0), non enkapsulasi (P1), dan enkapsulasi (P2).

Rata-rata nilai kolesterol kuning telur dengan perlakuan penambahan bentuk probiotik dari tertinggi hingga terendah yaitu $225,04 \pm 1,18$ mg/100g dengan pakan basal (P0), $224,57 \pm 1,05$ mg/100g dengan perlakuan penambahan bentuk probiotik non enkapsulasi (P1), dan $217,10 \pm 0,78$ mg/100g dengan penambahan probiotik enkapsulasi (P2). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwayana, dkk. (2019)

telur ayam petelur yang memiliki kolesterol paling rendah adalah telur yang mendapat penambahan probiotik (probiotik BAL terenkapsulasi dan probiotik komersial) jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian probiotik. Hasil analisis tersebut menunjukkan penambahan bentuk probiotik cenderung mengalami penurunan terhadap nilai kolesterol kuning telur. Perlakuan bentuk penambahan probiotik enkapsulasi (P2) memiliki nilai kolesterol kuning telur terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan, bentuk enkapsulasi dapat membawa asam laktat dan asetat lebih banyak masuk ke dalam usus halus sehingga terjadi keseimbangan mikroflora usus dengan pengontrolan pH. Bentuk asam organik enkapsulasi lebih tinggi dalam menurunkan nilai pH usus dibandingkan non enkapsulasi dikarenakan banyak asam yang masuk ke dalam usus dan pH menjadi lebih terkontrol (Septiana, dkk., 2010).

Kolesterol telur hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Kurtoglu, *et al.* (2004) yaitu sebesar 13,94 - 14,73mg/g. Pada kebanyakan hewan, kolesterol dihilangkan dengan katabolisme dan ekskresi dalam feses, tetapi ayam petelur menghilangkan kolesterol dalam jumlah besar di dalam telur. Kolesterol telur berasal dari kolesterol serum. Metabolisme kolesterol pada ayam petelur telah dipelajari dengan mengetahui pengaruh faktor makanan terhadap kadar kolesterol darah dan kuning telur. Probiotik dikenal sebagai faktor makanan yang dapat mempengaruhi kadar kolesterol kuning telur ayam petelur (Kurtoglu, *et al.*, 2004). Penurunan kadar kolesterol total dikarenakan pemberian probiotik yang dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dan produksi enzim *bile salt hydrolase* (BSH). Enzim BSH dapat menurunkan kadar kolesterol darah

dan enzim lipase menurunkan trigliserida darah tanpa meninggalkan residu. Pemberian probiotik dapat meningkatkan jumlah mikroba di dalam saluran pencernaan sehingga mampu menghambat sintesa kolesterol. Probiotik bakteri asam laktat mampu memproduksi enzim *bile salt hydrolase* (BSH) yang berfungsi memutus ikatan senyawa yang mensintesis kolesterol yaitu ikatan C-24 NaCl amida yang ada diantara asam empedu dan asam amino pada garam empedu terkonjugasi. Garam empedu yang mengalami dekonjugasi akan di kembalikan ke hati dan dibuang melalui feses (Dwayana, dkk. 2009). Mekanisme ini berdampak langsung terhadap penurunan kadar kolesterol yang dibawa darah ke ovarium sebagai tempat produksi kuning telur (Surono, 2004). Kemampuan probiotik dalam menghambat sintesa kolesterol dimulai dengan terhambatnya kerja enzim *hydroxi metyl glutaryl*. KoA reduktase (HMG-KoA reduktase) yang berperan dalam pembentukan mevalonat dalam proses sintesis kolesterol, sehingga tidak terbentuknya kolesterol. Sesuai dengan Sudha, *et al.* (2009) menyatakan penurunan kolesterol terjadi karena senyawa yang dihasilkan mikrobial berkompetisi dengan HMG-KoA untuk berikatan dengan enzim HMG-KoA reduktase.

4.2 Pengaruh Penambahan Medan Magnet Dalam Air Minum Tersarang Pada Bentuk Probiotik Terhadap Kualitas Fisik Telur

Hasil pengamatan kualitas fisik telur ayam petelur meliputi *Haugh unit* (%), skor warna kuning telur (*roche*), indeks kuning telur (%), indeks putih telur (%) dan kolesterol kuning telur (mg/100g) berdasarkan penambahan medan magnet dalam air minum dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-ran penambahan medan magnet dalam air minum terhadap kualitas fisik telur ayam petelur.

Perlakuan		Variabel				
		<i>Haugh Unit</i> (%)	Skor Kuning Telur (<i>roche</i>)	Indeks Kuning Telur (%)	Indeks Putih Telur (%)	Kolesterol Kuning Telur (mg/100g)
P0	M0	86,89 ± 2,48	8,08 ± 0,62	0,41 ± 0,02	0,70 ± 0,06	224,91 ± 1,30
	M1	90,10 ± 3,79	7,63 ± 0,16	0,429 ± 0,01	0,80 ± 0,09	225,17 ± 1,07
P1	M0	90,88 ± 0,50	7,67 ± 0,36	0,424 ± 0,01	0,80 ± 0,05	224,40 ± 1,03
	M1	92,10 ± 3,53	7,63 ± 0,37	0,423 ± 0,01	0,85 ± 0,13	224,74 ± 1,06
P2	M0	95,21 ± 7,49	7,63 ± 0,25	0,437 ± 0,02	0,96 ± 0,20	216,70 ± 0,52
	M1	94,55 ± 2,22	7,46 ± 0,28	0,420 ± 0,01	0,94 ± 0,08	217,51 ± 1,05

4.2.1 Pengaruh Terhadap *Haugh Unit* (%)

Tabel 6 menunjukkan hasil rata-rata penambahan bentuk medan magnet tersarang bentuk probiotik terhadap *haugh unit* telur ayam petelur. Hasil analisis statistik pada Lampiran 3 menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) dalam penambahan medan magnet dalam air minum. Penambahan medan magnet dalam air minum tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap warna kuning telur, berat cangkang dan *haugh unit* (Hassan, Attia, El Sheikh, and Abdelkader. 2018). Hal ini dikarenakan faktor lain yang mempengaruhi nilai *haugh unit* ialah ketebalan cangkang telur dalam melindungi kekentalan putih telur dan kuning telur dari faktor lingkungan. Terdapat kecenderungan bahwa nilai *haugh unit* mengalami kenaikan dengan penambahan medan magnet dalam air minum. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya nilai *haugh unit* dikarenakan adanya perubahan kandungan mineral telur. (El Sabry, *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 6 menunjukkan hasil tertinggi hingga terendah pada perlakuan penambahan medan

magnet tersarang bentuk kontrol (P0) yaitu $90,10 \pm 3,79$ % pada perlakuan bentuk magnet (M1) dan $86,89 \pm 2,48$ % pada perlakuan bentuk non magnet (M0), sedangkan pada perlakuan penambahan medan magnet tersarang bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) yaitu $92,10 \pm 3,53$ % pada perlakuan bentuk magnet (M1) dan $90,88 \pm 0,50$ % pada perlakuan bentuk non magnet (M0). Adapun rata-rata *haugh unit* pada perlakuan penambahan medan magnet tersarang bentuk probiotik enkapsulasi (P2) dari tertinggi hingga terendah yaitu $95,21 \pm 7,49$ % pada perlakuan bentuk non magnet (M0) dan $94,55 \pm 2,22$ % pada perlakuan bentuk magnet (M1). Hasil nilai *haugh unit* pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh El Sabry, *et al.* (2018) yaitu sebesar 93,35-100,55 dalam satuan unit.

Analisis statistik rata-rata nilai *haugh unit* pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa perlakuan tanpa penambahan medan magnet (M0) tersarang dalam bentuk penambahan probiotik enkapsulasi (P2) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tingginya nilai *haugh unit* pada perlakuan tanpa medan magnet kemungkinan disebabkan oleh perubahan kandungan mineral telur. Sulfur kemungkinan berperan dalam mengubah sifat protein putih telur. Selain itu, karakteristik kualitas internal telur pada perlakuan non-magnet dapat dipertahankan dengan oleh cangkang telur yang lebih tebal dibanding dengan perlakuan lainnya. Penjelasan serupa disajikan pada penelitian sebelumnya tentang pentingnya kualitas cangkang telur dalam melindungi putih telur dan kuning telur dari kerugian dan agresi lingkungan (El Sabry, *et al.*, 2018).

4.2.2 Pengaruh Terhadap Skor Kuning Telur (*roche*)

Tabel 6 menunjukkan hasil rata-rata penambahan medan magnet dalam air minum tersarang pada bentuk probiotik terhadap skor kuning telur. Hasil analisis statistik pada Tabel 6 menunjukkan rata-rata nilai skor kuning telur tertinggi hingga terendah pada perlakuan penambahan medan magnet tersarang bentuk kontrol (P0) yaitu $8,08 \pm 0,62$ *roche* pada perlakuan non magnet (M0) dan $7,63 \pm 0,16$ *roche* pada perlakuan magnet (M1), sedangkan pada perlakuan medan magnet tersarang bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) yaitu sebesar $7,67 \pm 0,36$ *roche* pada perlakuan non magnet (M0) dan $7,63 \pm 0,37$ *roche* pada perlakuan magnet (M1). Adapun, pada perlakuan penambahan medan magnet tersarang pada bentuk probiotik enkapsulasi (P2) memiliki nilai rata-rata skor kuning telur dari tertinggi yaitu sebesar $7,63 \pm 0,25$ *roche* pada perlakuan non magnet (M0) dan $7,46 \pm 0,28$ *roche* pada perlakuan magnet (M1). Rata-rata skor kuning telur pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil analisis statistik pada perlakuan non magnet tersarang pada bentuk kontrol (P0) menunjukkan nilai rata-rata yang paling tinggi yaitu sebesar $8,08 \pm 0,62$ *roche* dibandingkan dengan perlakuan penambahan bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) dan enkapsulasi (P2). Berdasarkan analisis statistik pada Tabel 6 menunjukkan perlakuan penambahan medan magnet tersarang bentuk penambahan probiotik memiliki kecenderungan penurunan terhadap nilai skor kuning telur. Untuk mendapatkan hasil dari pengaruh penambahan medan magnet dalam air minum maka dapat dilakukan analisis ragam yang dapat dilihat pada Lampiran 4.

Hasil analisis ragam terhadap perlakuan penambahan medan magnet dalam air minum tersarang pada bentuk probiotik terhadap skor kuning telur menunjukkan perbedaan

yang tidak nyata ($p > 0,05$). Penambahan medan magnet dalam air minum tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap warna kuning telur, berat cangkang dan *haugh unit* (Hassan, *et al.*, 2018). Hal ini dikarenakan, faktor yang mempengaruhi warna kuning telur adalah jenis dan jumlah karoten dari pakan. Sumber utama karoten pada penelitian ini berasal dari pakan khususnya jagung kuning. Jagung kuning mengandung *xanthophyll* yang merupakan pigmen kuning hingga orange yang dapat memberikan warna pada kuning telur. Proporsi jagung pada semua perlakuan yang diberikan relatif sama sehingga kandungan karoten antar perlakuan tidak berbeda maka tidak menyebabkan terjadinya peningkatan pada warna kuning telur (Septiana, dkk., 2010).

Perlakuan non magnet (M0) tersarang pada bentuk kontrol (P0) menunjukkan hasil nilai rata-rata skor kuning telur yang baik, hal ini dikarenakan pemberian pakan basal juga dapat mempengaruhi skor kuning telur. Faktor lain yang mempengaruhi warna kuning telur selain pakan adalah lama penyimpanan. Warna kuning telur berubah semakin muda seiring dengan penyimpanan. Telur yang disimpan lama merubah warna kuning telur menjadi pudar. Hal ini disebabkan adanya proses pengenceran putih telur, yaitu diserapnya air dari putih telur ke dalam kuning telur sehingga kuning telur menjadi muda dan pucat (Adi, dkk. 2015). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa bentuk penambahan medan magnet dalam air minum tersarang pada bentuk probiotik tidak memberikan pengaruh nyata. Terdapat kecenderungan bahwa skor kuning telur mengalami penurunan dengan penambahan medan magnet dalam air minum. Hal ini menunjukkan bahwa warna kuning telur dipengaruhi oleh jenis dan jumlah karoten dalam pakan. Faktor lain yang

mempengaruhi warna kuning telur selain pakan adalah lama penyimpanan.

4.2.3 Pengaruh Terhadap Indeks Kuning Telur (%)

Hasil rata-rata nilai indeks kuning telur pada ayam petelur berdasarkan penambahan medan magnet dalam air minum dapat dilihat pada Tabel 6. Analisis statistik pada Tabel 6 menunjukkan rata-rata indeks kuning telur perlakuan penambahan medan magnet tersarang pada bentuk probiotik dari tertinggi hingga terendah pada perlakuan penambahan medan magnet tersarang bentuk kontrol (P0) yaitu sebesar $0,429 \pm 0,01$ % pada perlakuan magnet (M1) dan $0,41 \pm 0,02$ % pada perlakuan non magnet (M0), sedangkan pada perlakuan penambahan medan magnet tersarang bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) yaitu sebesar $0,423 \pm 0,01$ % pada perlakuan magnet (M1) dan $0,424 \pm 0,01$ % pada perlakuan non magnet (M0). Adapun, perlakuan penambahan medan magnet tersarang pada bentuk probiotik enkapsulasi (P2) dari tertinggi hingga terendah yaitu sebesar $0,437 \pm 0,02$ % pada perlakuan non magnet (M0) dan $0,420 \pm 0,01$ % pada perlakuan magnet (M1).

Berdasarkan analisis statistik nilai indeks kuning telur dapat dilihat pada Lampiran 5, hasil analisis ragam terhadap perlakuan penambahan medan magnet tersarang pada bentuk probiotik menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks kuning telur. Air yang diolah secara magnetis seperti itu hanya dapat mengurangi jumlah mikroba dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Jaseem and Aqeel, 2017). Nilai indeks kuning telur yang tidak berbeda nyata ini juga disebabkan oleh fungsi dari mikroba dalam probiotik dari mikroba lokal tidak maksimal. Pada unggas, probiotik akan

menambah jumlah mikroba yang menguntungkan dan menekan mikroba yang merugikan dengan cara berkompetisi untuk hidup di dalam saluran pencernaan (Pribadi, dkk. 2015).

Hasil analisis rata-rata nilai indeks kuning telur pada Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan non magnet (M0) tersarang pada bentuk penambahan probiotik memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan magnet (M1). Perlakuan penambahan bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) dan enkapsulasi (P2) mengalami penurunan nilai indeks kuning telur dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0). Hal ini dikarenakan, komponen mikroba probiotik lokal diduga tidak dapat meningkatkan kualitas indeks kuning telur karena penyerapan protein dan lemak dalam proses pembentukan kuning telur terhambat oleh lendir yang dihasilkan oleh sel goblet. Tingginya produksi lendir diakibatkan adanya peningkatan sel goblet dalam saluran pencernaan. Sel goblet terbentuk dari dinding sel bakteri *S. cerevisiae* yang terdapat dalam probiotik dari mikroba lokal. Tingginya produksi lendir akan menyebabkan terhambatnya penyerapan nutrisi pakan. Protein merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan membran vitelin dan khalaza yang berfungsi untuk menjaga kekokohan kuning telur saat proses pembentukan telur sehingga kekurangan suplai protein akan mengakibatkan kuning telur memiliki tingkat kekokohan yang rendah. Kondisi ini mengakibatkan nilai indeks kuning telur yang dihasilkan juga rendah (Pribadi, dkk. 2015).

4.2.4 Pengaruh Terhadap Indeks Putih Telur (%)

Tabel 6 menunjukkan hasil nilai rata-rata indeks putih telur ayam petelur. Analisis statistik rata-rata indeks putih telur pada Tabel 6 perlakuan penambahan medan magnet tersarang

dalam bentuk penambahan probiotik dari tertinggi hingga terendah pada perlakuan kontrol (P0) yaitu $0,80 \pm 0,09$ % dengan magnet (M1) dan $0,70 \pm 0,06$ % dengan non magnet (M0), sedangkan pada perlakuan penambahan bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) yaitu $0,85 \pm 0,13$ % dengan magnet (M1) dan $0,80 \pm 0,05$ % dengan non magnet (M0). Adapun, pada perlakuan penambahan bentuk probiotik enkapsulasi (P2) dari tertinggi hingga terendah yaitu $0,96 \pm 0,20$ % dengan non magnet (M0) dan $0,94 \pm 0,08$ % dengan magnet (M1). Hasil analisis pada Tabel 6, perlakuan penambahan bentuk probiotik enkapsulasi (P2) memiliki nilai rata-rata indeks putih telur lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Berdasarkan analisis statistik indeks putih telur ayam petelur terhadap penambahan medan magnet dalam air minum tersarang pada bentuk probiotik pada Lampiran 6 menunjukkan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks putih telur pada ayam petelur. Indeks putih telur dipengaruhi oleh protein pakan, pemberian pakan dan formulasi pakan harus memenuhi kebutuhan ternak agar mampu meningkatkan kualitas interior telur seperti indeks putih telur (Wijaya, dkk., 2017).

Hasil analisis pada perlakuan penambahan bentuk probiotik enkapsulasi (P2) terlihat penurunan nilai indeks putih telur pada perlakuan penambahan magnet (M1) yaitu sebesar $0,94 \pm 0,08$ %, sedangkan pada tanpa magnet (M0) memiliki nilai rata-rata indeks putih telur lebih tinggi yaitu sebesar $0,96 \pm 0,20$ %. Tingginya nilai indeks putih telur pada perlakuan tanpa medan magnet kemungkinan disebabkan oleh perubahan kandungan mineral telur. Sulfur kemungkinan berperan dalam

mengubah sifat protein putih telur. Selain itu, karakteristik kualitas internal telur pada perlakuan non-magnet dapat dipertahankan dengan oleh cangkang telur yang lebih tebal dibanding dengan perlakuan lainnya. Penjelasan serupa disajikan pada penelitian sebelumnya tentang pentingnya kualitas cangkang telur dalam melindungi putih telur dan kuning telur dari kerugian dan agresi lingkungan (El Sabry, *et al.*, 2018). Selain itu, bahan utama untuk menentukan tinggi putih telur dan pembentukan ovomucin itu terletak pada konsumsi protein. Semakin tinggi konsumsi protein, maka pembentukan ovomucin juga semakin besar, sehingga semakin tinggi indeks putih telur.

4.2.5 Pengaruh Terhadap Kolesterol Kuning Telur (mg/100g)

Tabel 6 menunjukkan hasil analisis rata-rata kolesterol kuning telur pada ayam petelur. Hasil analisis statistika kolesterol kuning telur ayam petelur berdasarkan perlakuan penambahan medan magnet tersarang pada bentuk penambahan probiotik dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil nilai rata-rata kolesterol kuning telur perlakuan penambahan medan magnet tersarang dalam bentuk penambahan probiotik pada perlakuan kontrol (P0) dari terendah hingga tertinggi yaitu $224,91 \pm 1,30$ mg/100g dengan non magnet (M0) dan $225,17 \pm 1,07$ mg/100g dengan penambahan magnet (M1), sedangkan pada perlakuan penambahan bentuk probiotik non enkapsulasi (P1) memiliki nilai rata-rata kolesterol telur sebesar $224,40 \pm 1,03$ mg/100g dengan non magnet (M0) dan $224,74 \pm 1,06$ mg/100g dengan penambahan magnet (M1). Adapun, perlakuan penambahan probiotik bentuk enkapsulasi

(P2) memiliki nilai rata-rata kolesterol kuning telur dari terendah hingga tertinggi yaitu sebesar $216,70 \pm 5,2$ mg/100g dengan non magnet (M0) dan $217,51 \pm 1,05$ mg/100g dengan penambahan magnet (M1).

Analisis statistika pada Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan medan magnet dalam bentuk non magnet (M0) memiliki nilai rata-rata kolesterol kuning telur lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan penambahan magnet (M1) pada perlakuan tersarang bentuk penambahan probiotik. Untuk mendapatkan hasil lain dilakukan analisis ragam yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil analisis ragam terhadap perlakuan penambahan medan magnet tersarang pada penambahan bentuk probiotik menunjukkan hasil yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kolesterol kuning telur. Air yang diolah secara magnetis seperti itu hanya dapat mengurangi jumlah mikroba dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Dalam hal ini, memaparkan air ke medan magnet menyebabkan peningkatan kelarutan garam kalsium sehingga terhindar dari endapan kerak di pipa dan juga membersihkan pipa dari korosi (Jassim *and* Aqeel, 2017). Kadar kolesterol kuning telur akan meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar kolesterol darah. Deposisi kolesterol dalam telur banyak dipengaruhi berbagai faktor antara lain faktor genetik, nutrient dan obat-obatan (Nurazizah, dkk., 2020).

Perlakuan dengan penambahan bentuk medan magnet (M1) dalam air minum memiliki kecenderungan peningkatan kolesterol kuning telur dibandingkan dengan tanpa penambahan medan magnet (M0). Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan probiotik dalam bentuk non enkapsulasi (P1) dan enkapsulasi (P2)

cenderung menunjukkan penurunan terhadap nilai kolesterol kuning telur. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwayana, dkk. (2019) telur ayam petelur yang memiliki kolesterol paling rendah adalah telur yang mendapat penambahan probiotik (probiotik BAL terenkapsulasi dan probiotik komersial) jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian probiotik. Perlakuan penambahan probiotik bentuk enkapsulasi (P2) tanpa medan magnet menunjukkan rata-rata nilai kolesterol kuning telur yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan, bentuk enkapsulasi dapat membawa asam laktat dan asetat lebih banyak masuk ke dalam usus halus sehingga terjadi keseimbangan mikroflora usus dengan pengontrolan pH. Bentuk asam organik enkapsulasi lebih tinggi dalam menurunkan nilai pH usus dibandingkan non enkapsulasi dikarenakan banyak asam yang masuk ke dalam usus dan pH menjadi lebih terkontrol (Septiana, dkk., 2010).

Prinsip teknologi magnet bergantung pada muatan yang bergerak dalam bentuk terionisasi dan medan magnet. Kontak air dengan magnet untuk waktu yang lama menghasilkan muatan magnet dan sifat magnet. Air termagnetisasi memiliki pengaruh untuk meningkatkan konsentrasi hormon tiroid yang menyebabkan peningkatan laju metabolisme karbohidrat dengan meningkatkan sekresi insulin bertindak sebagai memasukkan glukosa ke dalam sel. Juga, hasil ini membalikkan korelasi antara konsentrasi protein total dan aktivitas enzim alanine amino transferase dan aspartat amino transferase dalam serum. Penurunan kadar kolesterol serum pada kelompok perlakuan, karena jenis air ini memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai efek anti-oksidan pada (HMG-CoA) yang merespons pada sintesis kolesterol.

Tingginya kadar kolesterol dalam darah dapat menjadi indikator tingginya kadar kolesterol dalam beberapa jaringan. Kadar kolesterol kuning telur selalu tinggi dibandingkan kandungan kolesterol darah dikarenakan telur merupakan akhir dari distribusi vitelogenin yang tersusun oleh kolesterol, trigliserida, fosfolipid dan protein. Vitelogenin disintesis di hati yang dikemas dalam bentuk VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*). Kemudian ditransferkan kedalam ovarium dan diakumulasikan dalam folikel sebagai kuning telur (Jassim *and* Aqeel, 2017).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penambahan probiotik bentuk enkapsulasi dalam pakan terlihat menunjukkan hasil yang lebih baik terhadap kualitas fisik telur ayam petelur dibandingkan dengan bentuk non enkapsulasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan bentuk probiotik sebagai *feed additive* memiliki nilai rata-rata terbaik terhadap *haugh unit* sebesar $94,88 \pm 4,86$ % pada perlakuan probiotik enkapsulasi (P2), skor kuning telur sebesar $7,85 \pm 0,39$ *roche* pada perlakuan pakan basal (P0), indeks kuning telur sebesar $0,43 \pm 0,01$ % pada perlakuan probiotik enkapsulasi (P2), indeks putih telur sebesar $0,95 \pm 0,14$ % pada perlakuan probiotik enkapsulasi 0,6% (P2), sedangkan nilai kadar kolesterol kuning telur terendah sebesar $217,10 \pm 0,78$ mg/100g pada perlakuan probiotik enkapsulasi (P2).

Secara keseluruhan, tanpa penambahan medan magnet dalam air minum terlihat menunjukkan hasil yang lebih baik terhadap kualitas fisik telur ayam petelur, hal ini dikarenakan hasil analisis menunjukkan peningkatan nilai rata-rata pada *haugh unit*, skor kuning telur, indeks kuning telur, dan indeks putih telur, sedangkan pada kolesterol kuning telur menunjukkan penurunan nilai kadar kolesterol. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan medan magnet tersarang bentuk probiotik dalam air minum memiliki nilai rata-rata terbaik terhadap *haugh unit* sebesar $95,21 \pm 7,49$ % pada perlakuan non magnet tersarang bentuk probiotik enkapsulasi (P2M0), skor kuning telur sebesar $8,08 \pm 0,62$ *roche* pada

perlakuan non magnet tersarang bentuk kontrol (P0M0), indeks kuning telur sebesar $0,437 \pm 0,02$ % pada perlakuan non magnet tersarang bentuk probiotik enkapsulasi (P2M0), indeks putih telur sebesar $0,96 \pm 0,20$ % pada perlakuan non magnet tersarang bentuk probiotik enkapsulasi (P2M0), sedangkan nilai kadar kolesterol terendah sebesar $216,70 \pm 0,52$ mg/100g pada perlakuan non magnet tersarang bentuk probiotik enkapsulasi (P2M0).

5.2 Saran

Dilakukan penelitian lanjutan terhadap penambahan bentuk probiotik dalam pakan dengan level penggunaan berbeda. Selain itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh lama perlakuan medan magnet dan level penggunaan berbeda, kemudian dilakukan analisis kandungan air tanpa dan dengan medan magnet untuk mengetahui jelas perbedaan keduanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P. H. , O. Sjoftan, dan M. H. Natsir. 2015. *Pengaruh Penambahan Probiotik Lactobacillus Plus Dalam Bentuk Tepung Sebagai Aditif Pakan Terhadap Kualitas Telur Burung Puyuh (Coturnix coturnix japonica)*. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.
- Al- Baarri, A.N., A.M. Legowo, dan M.T. Fawaid. 2013. Profil Produksi Alkohol Dari Fermentasi Whey Dan Ampas Tebu. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(1) : 48-51.
- Amrullah, I. K. 2003. *Nutrisi Ayam Petelur*. Lembaga Satu Gunung Budi. Bogor.
- Anggitasari, S., O. Sjoftan, dan I. H. Djunaidi. 2016. Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Komersial Terhadap Kinerja Produksi Kuantitatif Dan Kualitatif Ayam Pedaging. *Buletin Peternakan*. 40 (3): 187-196.
- Anurogo, D. 2014. *Probiotik: Problematika dan Progresivitasnya*. Medicinus. 27(3) : 46–57.
- Ardika, I. N., N.W. Siti, N. M. S. Sukmawati, dan I M. Wirapartha. 2017. Kualitas Fisik Telur Ayam Kampung Yang Diberi Ransum Mengandung Probiotik. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 20(2) : 68-73.
- Argo, L. B., Tristiart, dan I. Mangisah. 2013. Kualitas Fisik Telur Ayam Arab Petelur Fase I Dengan Berbagai Level *Azolla microphylla*. *Animal Agricultural*. 2(1) : 455-457.

Aulia, E., E. Dihansih dan D. Kardaya. 2016. Kualitas Telur Itik Alabio (*Anas Plathyrynchos* Borneo) Yang Diberi Ransum Komersil Dengan Tambahan Kromium (Cr) Organik. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 2(2) : 79-86.

Azizah, N., M. A. Djaelani, dan S. M. Mardiaty. 2018. Kandungan Protein, Indeks Putih Telur (IPT) dan Haugh Unit (HU) Telur Itik Setelah Perendaman dengan Larutan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) yang disimpan pada Suhu 27°C. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 3(1) : 46 :- 56.

Badan Pusat Statistik. 2021. *Sosial dan Kependudukan*. Publikasi Statistik : Jakarta. Diakses melalui <https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/01/21/1854/hasil-sensus-penduduk-2020.html> pada tanggal 24 Maret 2021.

Bertollini. A.C., Siani, and C.R.F. Grosso. 2001. Stability of Monoterpenes Encapsulated in Gum Arab By Spray Drying. *J. Agr. Food. Chem.* 49 (2) : 780-785.

Bhandary, B.R. and B.R. D'arcy. 1996. Microencapsulation of Flavour Compounds Technical. *Review of Food Australia*. 4892 (0) : 547-551.

Cayan, H. and G. Erener. 2015. Effect of Olive Leaf (*Olea europaea*) Powder on Laying Hens Performance, Egg Quality and Egg Yolk Cholesterol Levels. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 28(4) : 538-543.

Charoen Pokphand Indonesia. 2010. Manual Manajemen Layer. Balaraja Tangerang.

Desmawarni. 2007. *Pengaruh Komposisi Bahan Penyalut dan Kondisi Spray Drying Terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor : IPB.

Dwi, O. D., I. G. N. G Bidura, dan D. P. M. A. Candrawati. 2018. Pengaruh Pemberian Probiotik Selulolitik B-6 Melalui Air Minum Terhadap Berat dan Kualitas Fisik Telur Ayam Lohmann Brown Umur 40-48 Minggu. *Jurnal Peternakan Tropika*. 6(3) : 684 – 694.

Dwyana, Z., Ambeng, N. Haedar, dan N. Nasikha. 2019. Pengaruh Pemberian Probiotik Terenkapsulasi Pada Pakan Ayam Petelur Terhadap Kolesterol telur Ayam. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 10 (1) : 29 – 34.

Ebrahim, S. A. and A. E. Azab. 2017. Biological Effects of Magnetic Water on Human and Animals. *Journal of Biomedical Sciences*. 3(4): 78-85.

Edi, D. N., M. H. Natsir, dan I. Djunaidi. 2018. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Jati (*Tectona Grandis* Linn. F) Dalam Pakan Terhadap Performa Ayam Petelur. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 1(1) : 34-44.

El Sabry, M. I., J.W. Charal, K. W. McMillin, and T. A. Lavergne. 2018. Does Magnetized Drinking Water Affect Productivity And Egg Quality Of Layers?. *Egyptian J. Anim. Prod*. 55(2) : 117-123.

El-Sabry, M. I., M. H. Abdelfattah, H. A. Abdellatif, S. E. Aggrey, and S. S. Elnesr. 2021. Physicochemical Properties Of Magnetic Water And Its Effect On Egg Production Traits In Hens At Late Laying Period. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 31(1) : 317-321.

El-Sherif, Kh., A. A. Eid, and S. F. Fouda. 2020. Effect of Magnetic Water on Semen Quality, Blood Constituents, Antioxidant Capacity and Immunity of Rabbit Bucks. *J. of Animal and Poultry Production*. 11 (2): 13 – 19.

El-Hanoun, A. M., Y. A Attia, M. A. Al-Harthi, H. I. Habiba, and M. C. de Oliveira. 2017. Magnetized drinking water improves productivity and blood parameters in geese. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 30(3) : 209-218.

El-katcha, M. I., M. A. Soltan, K. E. Naggat, and H. T. Farfour. 2017. Effect of Magnetic Water Treatment and Some Additives on Growth Performance, Some Blood Biochemical Parameters and Intestinal Health of Growing Pekin Ducklings. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 53 (1) : 143-156.

El-Sabrou, K. and A. El-Hanoun. 2019. Does magnetised drinking water influence poultry's health and production?. *World's Poultry Science Journal*. 75 : 411-416.

Etikaningrum dan S. Iwantoro. 2017. Kajian Residu Antibiotika pada Produk Ternak Unggas di Indonesia. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 5(1) : 29-33.

Fahimdanesh, M., N. Mohammadi., A. Hamed., A. K. Mohammad., Z. Fariba, and Z. Kasra. 2012. Effect of Microencapsulation Plus Resistant Starch on Survival of Lactobacillus casei and Bifidobacterium bifidum in Mayonnaise Sauce. *African Journal of Microbiology Research*. 6(40) : 6853-6858.

FAO dan WHO. 2002. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. *Report of a Joint FAO/WHO*: London, ON, Canada.

Fathi, M., I. A. Homidan, A. A. Dokhail, T. Ebeid, O. A. Emera, and A. Alsagan. 2018. Effects of dietary probiotic (*Bacillus subtilis*) supplementation on productive performance, immune response and egg quality characteristics in laying hens under high ambient temperature. *Italian Journal Of Animal Science*. 17(3) : 804–814.

Fitri, R., Nurliana, dan Darniati. 2017. Efek Pemberian AKBISprob Pada Pakan Ayam Petelur Terhadap Total Mikroba Telur Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan. *JIMVET*. 1(4) : 650-657.

Ghanem, H. H., A. A. El-Sahn, E. E. E. Iraqi, and A. I. EL-Turky. 2020. Effect Of Magnetic Water And Flock Age On Semen Evaluation And Hatchability Traits In Golden Sabahia Strain. *Egyptian Poultry Science Journal*. 40 (II) : 421-440.

Gholizadeh, M., H. Arabshahi, M.R. Saeidi, and B. Mahdavi. 2008. The Effect of Magnetic Water on Growth and Quality Improvement of Poultry. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 3 (3): 140-144.

Harmayanda, P. O. A., D. Rosyidi, dan O. Sjoftan. 2016. Evaluasi Kualitas Telur Dari Hasil Pemberian Beberapa Jenis Pakan Komersial Ayam Petelur. *J-PAL*. 7(1) : 25-33.

Hartono, H. dan T. Kurtini. 2015. Pengaruh Pemberian Probiotik Terhadap Performa Ayam Petelur. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 15 (3): 214-219.

Hassan, S. S., Y. A. Attia, A. M. H. El-Sheikh, and A. M. Abdelkader. 2018. Productive, Egg Quality And Physiological Responses Of Gimmizah Chicken As Affected By Magnetized Water Of Different Strengths. *Egyptian Poultry Science Journal*. 38(I): 51-64.

Hendrix, G. C. 2007. ISA Brown manual management guide. <http://infomedion.co.id>. Diakses tanggal 18 November 2020.

Jassim, E.Q. and Aqeel Ch.H. 2017. Effect Of Alkaline Water And /Or Magnetic Water On Some Physiological Characteristic In Broiler Chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(5): 1643-1647.

Jazil, N., A. Hintono, dan S. Mulyani. 2013. Penurunan Kualitas Telur Ayam Ras Dengan Intensitas Warna Coklat Kerabang Berbeda Selama Penyimpanan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(1) : 43-48.

Julkarnain, U. Kalsum, dan L. Rahardjo. 2016. Pengaruh Penambahan Probiotik Enkapsulasi Terhadap Kecernaan Bahan Organik Dan Protein Kasar Pada Burung Puyuh. *Dinamika Rekasatwa*. Fakultas Peternakan. Universitas Islam Malang.

Kartasudjana, R. 2005. *Manajemen Ternak Unggas*. Fakultas Peternakan. Universitas Padjajaran Press, Bandung.

Kompiang, I.P. 2009. Pemanfaatan Mikroorganisme Sebagai Probiotik Untuk Meningkatkan Produksi Ternak Unggas Di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 2(3) : 177-191.

Kurtoglu, V., F. Kurtoglu, E. Seker, B. Coskun, T. Balevi, and E. S. Polat. 2004. Effect Of Probiotic Supplementation On Laying Hen Diets On Yield Performance And Serum And Egg Yolk Cholesterol. *Journal of Food Additives and Contaminants*. 21(9) : 817-823.

Kusuma, A. H. A. dan Dughita, P.A. 2018. Pengaruh Kualitas Fisik Daging Ternak Ayam Petelur Yang Diberi Penambahan Pakan Bubuk Kunyit (*Curcuma domestica* Val). *Jurnal Agronomika*. 13(1) : 172-175.

Mikulski, D., J. Jankowski, J. Naczmanski, M. Mikulska, and V. Demey. 2012. Effects Of Dietary Probiotic (*Pediococcus Acidilactici*) Supplementation On Performance, Nutrient Digestibility, Egg Traits, Egg Yolk Cholesterol, And Fatty Acid Profile In Laying Hens. *Journal of Poultry Science*. 91 (10) :2691-2700.

Mitre, K. 2018. The Effect of Magnetic Water on Feed Conversion Ratio, Body Weight Gain, Feed Intake and Livability of Male Broiler Chickens. *Poultry Sciences Undegraduate Honors Theses*. University of Arkansas. Fayetteville.

Muharlaien, E. Sudjarwo, A. Hamiati, dan H. Setyo. 2017. *Ilmu Produksi Ternak Unggas*. Malang : UB Press.

Mulyadi, Y. 2013. Penggunaan Pakan Fungsional terhadap Performan Produksi dan Kualitas Telur Ayam Arab. *Jurnal Ilmu Ternak*. 13(2) : 27-34.

Mulyantini, N. G. A. 2010. *Ilmu Manajemen Ternak Unggas*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.

Nasrullah, F. 2010. *Pengaruh Komposisi Bahan Pengkapsul Terhadap Kualitas Mikrokapsul Oleoresin Lada Hitam (Piper Nigrum L.)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor: IPB.

Nurazizah, N., A. I. Nabila, L. Adriani, T. Widjastuti, dan D. Latipudin. 2020. Kadar Kolesterol, Kreatinin, Urea Darah Dan Kolesterol Telur Ayam Sentul Dengan Penambahan Ekstrak Buah Mengkudu Yang Disuplementasi Cu Dan Zn. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(1) : 9-18.

Pradikta, R. W., O. Sjoftan, dan I. H. Djunaidi. 2018. Evaluasi penambahan probiotik (*Lactobacillus* sp) cair dan padat dalam pakan terhadap penampilan produksi ayam petelur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 28 (3): 203 – 212.

Priastotoa, D., T. Kurtinib, dan Sumardi. 2016. Pengaruh Pemberian Probiotik Dari Mikroba Lokal Terhadap Performa Ayam Petelur. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 4(1): 80-85.

Pribadi, A., T. Kurtini, dan Sumardi. 2015. Pengaruh Pemberian Probiotik Dari Mikroba Lokal Terhadap Kualitas Indeks Albumen, Indeks Yolk, Dan Warna Yolk Pada Umur Telur 10 Hari. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(3): 180-184.

PT. Japfa Comfeed, 2006. Annual Report. <http://www.Japfacomfeed.co.id/profile/JapfaAnnualReport2001.pdf> . Diakses tanggal 20 November 2020.

Purwadi, L.E. Radiati, H. Evanuarini, dan R.D. Andriani. 2017. *Penanganan Hasil Ternak*. UB Press : Malang.

Rahayu, I., T. Sudaryani, dan H. Sentosa. 2011. *Panduan Lengkap Ayam*. Penebar Swadaya : Jakarta.

Rasyaf, M. 1994. *Beternak Ayam Ras Petelur*. Penebar Swadaya : Jakarta.

Rasyaf, M. 2008. *Produksi dan Penambahan Ransum Unggas*. Kanisius : Yogyakarta.

Rasyaf, M. 2009. *Agribisnis Peternakan*. Penebar Swadaya : Jakarta.

Ratnasari, D., I. H. Djunaidi, and O. Sjoifan. 2013. Effect of Choline Chloride as a Feed Additive For Quail on Internal Egg Quality (*Coturnix coturnic japonica*). Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

Roberts, J. R. 2004. Review : Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science*. 41 (3) : 161-177.

Sahara, E., S. Sandi, F. Yosi, dan R. Alexa. 2020. Pengaruh Pemberian Kitosan Dalam Ransum Terhadap Performa Ayam Arab Silver. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(1) : 35-41.

Salang, F., L. Wahyudi, E.D. Queljoe, dan D.Y Katli. 2015. Kapasitas Ovarium Ayam Petelur Aktif. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 4 (1) : 99-102.

Sari, E. M. A., E. Suprijatna, dan W. Sarengat. 2017. Pengaruh Sinbiotik untuk Aditif Pakan Ayam Petelur terhadap Kandungan Kimiawi Telur. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 19 (1): 16-22.

Sari, J. M., T. Kurtini, dan M. Hartono. 2015. Pengaruh Pemberian Probiotik Dari Mikroba Lokal Terhadap Tebal Kerabang, Penurunan Berat, Dan Nilai *Haugh Unit* Telur Yang Disimpan Sepuluh Hari. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(3): 157-162.

Sarno, S. dan D. Hastuti. 2007. Sistem Pengadaan Pakan Ayam Petelur Di Perusahaan “Populer Farm” Desa Kuncen Kec. Mijen Kab. Semarang. *Mediagro*. 3(1) : 49-58.

Sartika, N., M. A. Yaman, dan M. Sabri. 2018. Pengaruh Pemberian Pakan Fermentasi Jagung Giling, Cangkang Kepiting Dan Kulit Udang Terhadap Kualitas Telur Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *JIMVET*. 2(1):177-187.

Septiana, M., O. Sofjan, dan M. H. Natsir. 2010. *Efek penambahan campuran acidifier dan fitobiotik alami dalam bentuk non dan enkapsulasi dalam pakan komersial terhadap kualitas telur ayam petelur*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

Setiawati, T., R. Afnan, dan N. Ulupi. 2016. Performa Produksi dan Kualitas Telur Ayam Petelur pada Sistem Litter dan Cage dengan Suhu Kandang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4(1) : 197-203.

Shu, B. 2006. Study on Microencapsulation of Lycopene by Spray Dryer. *Journal Food Engineering Tech.* 76(0) : 664-669.

Standar Nasional Indonesia. 2006. Pakan Ayam Ras Petelur. SNI 01-3929-2006. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Sudarmono. 2003. *Pedoman Pemeliharaan Ayam Ras Petelur*. Yogyakarta : Kanisius.

Sudarwati, H., Natsir, M. H., dan Nurgartiningih, V. M. A. 2019. *Statistika dan Rancangan Percobaan Penerapan dalam Bidang Peternakan*. Malang : UB Press.

Sudaryani, T. dan H. Santoso. 2003. *Pembibitan Ayam Buras*. Penebar Swadaya : Jakarta.

Sudha, M.R., P. Chauhan, K. Dixit, S. Babu, and K. Jamil. 2009. Probiotics as complementary therapy for hypercholesterolemia. *Journal of Biology and Medicine*. 1(4) : 1-13.

Suherman, A. F., M. H. Natsir, dan O. Sjoifjan. 2015. Pengaruh Penambahan Probiotik Lactobacillus Plus Bentuk Tepung Sebagai Aditif Pakan Terhadap Penampilan Produksi Burung Puyuh. *JITV*. 0(0) : 1-8.

Sumanti, D. M., I. Lanti, I. I. Hanidah, E. Sukarminah, dan A. Giovanni. 2016. Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Maltodekstrin Sebagai Penyalut Terhadap Viabilitas dan Karakteristik Mikroenkapsulasi Suspensi Bakteri Lactobacillus plantarum menggunakan metode freeze drying. *Jurnal Penelitian Pangan*. 1(1) : 8-15.

Suprijatna, E. U, Atmomarsono. dan R, Kartasudjana. 2005. *Ilmu Dasar Ternak Unggas*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Surono, IS. 2004. *Probiotik dan Kesehatan*. Tri Cipta Karya : Jakarta.

Suroso, U. Kalsum, M.F. Wajdi. 2015. *Pengaruh Penambahan Probiotik Enkapsulasi Terhadap Konsumsi Pakan Pada Burung Puyuh*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Islam Malang. Malang.

Swacita, I.B.N. dan I.P.S Cipta. 2011. Pengaruh Sistem Peternakan dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Telur Itik. *Buletin Veteriner Udayana*. 3(2) : 91-98.

Syarif. 2003. *Panduan Cerdas Beternak Ayam Petelur*. Agromedia Pustaka : Bogor.

Toriq, J., U. Kalsum dan M. Farid Wajdi. 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Lactobacillus Fermentum Pada Air Minum Terhadap Bobot Telur Dan Kualitas Eksternior Telur Ayam Petelur Menjelang Afkir. *Dinamika Rekasatwa*. 2(2) : 1-7.

Tugiyanti, E. dan N. Iriyanti. 2012. Kualitas Eksternal Telur Ayam Petelur Yang Mendapat Ransum Dengan Penambahan Tepung Ikan Fermentasi Menggunakan Isolat Produser Antihistamin. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2) : 44-48.

World Health Organization (WHO) 1996. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information, Geneva.

www.who.int/water_sanitation_health/dwg/2edvol2p1.pdf (Diakses pada tanggal 12 November 2020).

Widodo, E., M.H. Natsir, dan O. Sjoftan. 2018. *Aditif Pakan Unggas Pengganti Antibiotik*. UB Press : Malang.

Wijaya, Y., E. Suprijatna dan S. Kismiati. 2017. Penggunaan Limbah Industri Jamu dan Bakteri Asam Laktat (*Lactobacillus* sp.) sebagai Sinbiotik untuk Aditif Pakan Terhadap Kualitas Interior Telur Ayam Ras Petelur. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 19 (2): 47-54.

Wijayanti, D. A. dan D. F. Nugroho. 2020. Respon Produksi Ayam Petelur Terhadap Pemberian Probiotik Tepung Dan Tepung Belimbing Wuluh Dalam Pakan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 4(2) : 111-118.

Yoruk, M. A., M. Gul, A. Hayirli, and M. Macit. 2004. The Effects of Supplementation of Humate and Probiotic on Egg Production and Quality Parameters During the Late Laying Period in Hens. *Journal of Poultry Science*. 83(0):84–88.

Yuwanta, T. 2004. *Dasar ternak Unggas*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.

Zuhri, M.A., E. Sudjarwo, dan A.A. Hamiyanti. 2017. Pengaruh Pemberian Tepung Bawang Putih (*Allium sativum* L) Sebagai Feed Additive Alami Dalam Pakan Terhadap Kualitas Eksternal Dan Internal Telur Pada Burung Puyuh (*Coturnix-Coturnix japonica*). *Jurnal Maduranich*. 2(1) : 23-31.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Koefisien Keragaman Egg Mass Pra Perlakuan
Telur Ayam Petelur (g/butir).

No	Rataan <i>egg mass</i> hari ke-		
	1	2	3
1	58,72	58,67	58,78
2	60,17	60,06	58,83
3	58,83	57,89	56,17
4	57,72	58,61	61,22
5	58,61	56,94	61,06
6	57,89	58,33	58,06
7	58,00	59,22	52,61
8	58,33	61,50	57,72
9	59,78	58,94	56,67
10	58,44	61,83	56,06
11	59,22	56,06	55,28
12	57,06	58,44	58,44
13	57,11	58,06	55,39
14	54,33	56,61	55,11
15	55,72	55,11	56,11
16	54,33	55,39	56,17
17	54,72	57,33	55,17
18	56,11	56,22	57,67
Jumlah	1035,11	1045,22	1026,50
Rataan	57,51	58,07	57,03
SD		1,97	
KK		3,42	

Rata-rata (\bar{X})

$$= \frac{\text{Jumlah } (g)}{n \text{ (ekor)}}$$

$$= \frac{3106}{54}$$

$$= 57,53$$

Standar Deviasi (SD)

$$= \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3106}{53}}$$

$$= 1,97$$

Koefisien Keragaman (KK)

$$= \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

$$= \frac{1,97}{57,53} \times 100\%$$

$$= 3,42\%$$

Lampiran 2. Data Konsumsi Air Minum Per Hari (Liter/hari)

Hari ke-	Konsumsi air minum	
1	Hari/Tanggal : Sabtu, 22 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	37	34
2	Hari/Tanggal : Minggu, 23 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	12	23
3	Hari/Tanggal : Senin, 24 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	10	25
4	Hari/Tanggal : Selasa, 25 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	11	22
5	Hari/Tanggal : Rabu, 26 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	9	23
6	Hari/Tanggal : Kamis, 27 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	11	25
7	Hari/Tanggal : Jum'at 28 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	9	20
8	Hari/Tanggal : Sabtu, 29 Agustus 2020	
	Pagi	Sore
	9	20

	Hari/Tanggal : Minggu, 30 Agustus 2020	
9	Pagi	Sore
	10	21
	Hari/Tanggal : Senin, 31 Agustus 2020	
10	Pagi	Sore
	11	22
	Hari/Tanggal : Selasa, 1 September 2020	
11	Pagi	Sore
	11	21
	Hari/Tanggal : Rabu, 2 September 2020	
12	Pagi	Sore
	10	19
	Hari/Tanggal : Kamis, 3 September 2020	
13	Pagi	Sore
	9	22
	Hari/Tanggal : Jum'at, 4 September 2020	
14	Pagi	Sore
	11	22
	Hari/Tanggal : Sabtu, 5 September 2020	
15	Pagi	Sore
	11	22
	Hari/Tanggal : Minggu, 6 September 2020	
16	Pagi	Sore
	11	22

	Hari/Tanggal : Senin, 7 September 2020	
17	Pagi	Sore
	12	21
	Hari/Tanggal : Selasa, 8 September 2020	
18	Pagi	Sore
	12	21
	Hari/Tanggal : Rabu, 9 September 2020	
19	Pagi	Sore
	11	22
	Hari/Tanggal : Kamis, 10 September 2020	
20	Pagi	Sore
	13	22
	Hari/Tanggal : Jum'at, 11 September 2020	
21	Pagi	Sore
	13	26
	Hari/Tanggal : Sabtu, 12 September 2020	
22	Pagi	Sore
	11	22
	Hari/Tanggal : Minggu, 13 September 2020	
23	Pagi	Sore
	12	23
	Hari/Tanggal : Senin, 14 September 2020	
24	Pagi	Sore
	11	29

25 Hari/Tanggal : Selasa, 15 September 2020

Pagi	Sore
5	21

26 Hari/Tanggal : Rabu, 16 September 2020

Pagi	Sore
13	22

27 Hari/Tanggal : Kamis, 17 September 2020

Pagi	Sore
12	21

28 Hari/Tanggal : Jum'at, 18 September 2020

Pagi	Sore
13	13

29 Hari/Tanggal : Sabtu, 19 September 2020

Pagi	Sore
12	23

30 Hari/Tanggal : Minggu, 20 September 2020

Pagi	Sore
11	21

31 Hari/Tanggal : Senin, 21 September 2020

Pagi	Sore
13	18

32 Hari/Tanggal : Selasa, 22 September 2020

Pagi	Sore
12	19

33

Hari/Tanggal : Rabu, 23 September 2020

Pagi

Sore

15

22

34

Hari/Tanggal : Kamis, 24 September 2020

Pagi

Sore

12

21

35

Hari/Tanggal : Jum'at, 25 September 2020

Pagi

Sore

13

15

36

Hari/Tanggal : Sabtu, 26 September 2020

Pagi

Sore

14

20

37

Hari/Tanggal : Minggu, 27 September 2020

Pagi

Sore

11

20

38

Hari/Tanggal : Senin, 28 September 2020

Pagi

Sore

13

21

39

Hari/Tanggal : Selasa, 29 September 2020

Pagi

Sore

16

15

40

Hari/Tanggal : Rabu, 30 September 2020

Pagi

Sore

16

18

Hari/Tanggal : Kamis, 1 Oktober 2020

41

Pagi

Sore

14

20

Hari/Tanggal : Jum'at, 2 Oktober 2020

42

Pagi

Sore

14

22

Lampiran 3. Data Analisis *Haugh Unit* (%)

Bentuk Probiotik	Magnet	Ulangan				Total Probiotik	Total Magnet	Rataan jenis probiotik	SD Jumlah Probiotik	Rataan Magnet	SD Magnet
		1	2	3	4						
P0	M0	83,64	88,08	86,45	89,40	707,98	347,57	88,50	3,13	86,89	2,48
	M1	89,46	85,04	93,54	92,37		360,41			90,10	3,79
P1	M0	90,88	90,18	91,23	91,22	731,91	363,51	91,49	2,01	90,88	0,50
	M1	93,37	94,13	86,83	94,07		368,40			92,10	3,53
P2	M0	88,19	100,81	102,51	89,35	759,04	380,86	94,88	4,86	95,21	7,49
	M1	95,99	93,64	91,85	96,70		378,19			94,55	2,22
Total		541,53	551,88	552,41	553,11	2.198,93	2.198,93	272,87	10,00	549,73	20,00

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(Y(ij)k)^2}{a \times b \times r}$$

$$FK = \frac{(2.198,929)^2}{4 \times 3 \times 2}$$

$$FK = 201.470,35$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK \text{ Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ijk)}^2 - FK$$

$$JK \text{ Total} = (83,64^2 + 89,46^2 + \dots + 89,35^2 + 96,70^2) - 201.470,35$$

$$JK \text{ Total} = 470,29$$

3. Jumlah Kuadrat Bentuk Probiotik (JKP)

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^a (\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} - FK \\ \text{JKP} &= \frac{(707,98^2 + 731,91^2 + 759,04^2)}{2 \times 4} - (201.470,35) \\ \text{JKP} &= 163,19 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P0 (JK L-P0)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P0} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P0} &= \left(\frac{(347,57^2 + 360,41^2)}{4} - \frac{(707,98)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P0} &= 20,5935 \end{aligned}$$

5. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P1 (JK L-P1)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P1} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P1} &= \left(\frac{(363,51^2 + 368,40^2)}{4} - \frac{(731,91)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P1} &= 2,98467 \end{aligned}$$

6. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P2 (JK L-P2)

$$\text{JK L-P2} = \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right)$$

$$\text{JK L-P2} = \left(\frac{(380,86^2 + 378,19^2)}{4} - \frac{(759,04)^2}{4 \times 2} \right)$$

$$\text{JK L-P2} = 0,89187$$

7. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang Bentuk Probiotik (JKMagnet)

$$\text{JK Magnet} = \text{JK L-P0} + \text{JK L-P1} + \text{JK L-P2}$$

$$\text{JK Magnet} = 20,5935 + 2,984 + 0,89187$$

$$\text{JK Magnet} = 24,47$$

8. Jumlah Kuadrat Galat (JKGalat)

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Probiotik} - \text{JK Magnet}$$

$$\text{JK Galat} = 470,29 - 163,19 - 24,47$$

$$\text{JK Galat} = 282,63$$

TABEL ANOVA

ANOVA						
SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Bentuk Probiotik	2	163,19	81,59	5,20	3,55	6,01
Bentuk probiotik (Magnet)	3	24,47	8,16	0,52	3,16	5,09
Galat	18	282,63	15,70			
Total	23	470,29				

Kesimpulan :

- F Hitung Bentuk Perlakuan > F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan bentuk probiotik memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap *haugh unit* ayam petelur.
- F Hitung Magnet < F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa penambahan bentuk medan magnet tersarang memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap *haugh unit* ayam petelur

Uji Jarak Berganda Duncan Perlakuan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{15,70}{8}}$$

$$= 0,4953$$

Tabel Duncan 5%

JND 5%

2,971

3,117

JNT 5%

1,471579953

1,543896

Tabel Notasi Bentuk Probiotik

Bentuk Probiotik	Rata-rata	Notasi
P0	88,50	a
P1	91,49	b
P2	94,88	c

Lampiran 4. Data Analisis Skor Kuning Telur (*Roche*)

Bentuk Probiotik	Magnet	Ulangan				Total Probiotik	Total Magnet	Rataan jenis probiotik	SD Jumlah Probiotik	Rataan Magnet	SD Magnet
		1	2	3	4						
P0	M0	8,83	8,17	8,00	7,33	62,83	32,33	7,85	0,39	8,08	0,62
	M1	7,50	7,67	7,50	7,83						
P1	M0	7,67	7,17	7,83	8,00	61,17	30,67	7,65	0,36	7,67	0,36
	M1	7,50	7,83	8,00	7,17						
P2	M0	7,50	7,33	7,83	7,83	60,33	30,50	7,54	0,27	7,63	0,25
	M1	7,83	7,50	7,33	7,17						
Total		46,83	45,67	46,50	45,33	184,33	184,33	23,04	1,02	46,08	2,04

1. Faktor Koreksi

$$FK = \frac{(Y(ij)k)^2}{a \times b \times r}$$

$$FK = \frac{(184,33)^2}{4 \times 3 \times 2}$$

$$FK = 1.415,7824$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK \text{ Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ijk)}^2 - FK$$

$$JK \text{ Total} = (8,83^2 + 7,50^2 + \dots + 7,83^2 + 7,17^2) - 1415,7824$$

$$JK \text{ Total} = 3,329$$

3. Jumlah Kuadrat Bentuk Probiotik (JKP)

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^a (\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} - FK \\ \text{JKP} &= \frac{(62,83^2 + 61,17^2 + 60,33^2)}{2 \times 4} - (1.415,7824) \\ \text{JKP} &= 0,41 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P0 (JK L-P0)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P0} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P0} &= \left(\frac{(32,33^2 + 30,50^2)}{4} - \frac{(62,83)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P0} &= 0,4201 \end{aligned}$$

5. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P1 (JK L-P1)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P1} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P1} &= \left(\frac{(30,67^2 + 30,50^2)}{4} - \frac{(61,17)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P1} &= 0,0034 \end{aligned}$$

6. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P2 (JK L-P2)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P2} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P2} &= \left(\frac{(30,50^2 + 29,83^2)}{4} - \frac{(60,33)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P2} &= 0,0556 \end{aligned}$$

7. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang Bentuk Probiotik (JKMagnet)

$$\begin{aligned} \text{JK Magnet} &= \text{JK L-P0} + \text{JK L-P1} + \text{JK L-P2} \\ \text{JK Magnet} &= 0,4201 + 0,0034 + 0,0556 \\ \text{JK Magnet} &= 0,48 \end{aligned}$$

8. Jumlah Kuadrat Galat (JKGalat)

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Probiotik} - \text{JK Magnet} \\ \text{JK Galat} &= 3,329 - 0,41 - 0,48 \\ \text{JK Galat} &= 2,44 \end{aligned}$$

TABEL ANOVA

	ANOVA						
	SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Bentuk Probiotik		2	0,41	0,20	1,49	3,55	6,01
Bentuk Probiotik (Magnet)		3	0,48	0,16	1,18	3,16	5,09
Galat		18	2,44	0,14			
Total		23	3,33				

Kesimpulan :

- F Hitung Bentuk Perlakuan < F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan bentuk probiotik memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap skor kuning telur ayam petelur.
- F Hitung Magnet < F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa penambahan bentuk medan magnet tersarang memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap skor kuning telur ayam petelur.

Lampiran 5. Data Analisis Indeks Kuning Telur (%)

Bentuk Probiotik	Magnet	Ulangan				Total Probiotik	Total Magnet	Rataan jenis probiotik	SD Jumlah Probiotik	Rataan Magnet	SD Magnet
		1	2	3	4						
P0	M0	0,40	0,41	0,40	0,43	3,36	1,64	0,42	0,01	0,41	0,02
	M1	0,42	0,44	0,42	0,43		1,72			0,43	0,01
P1	M0	0,43	0,41	0,43	0,43	3,39	1,70	0,42	0,01	0,42	0,01
	M1	0,41	0,43	0,44	0,42		1,69			0,42	0,01
P2	M0	0,43	0,44	0,46	0,42	3,43	1,75	0,43	0,01	0,44	0,02
	M1	0,42	0,43	0,40	0,43		1,68			0,42	0,01
Total		2,51	2,54	2,55	2,57	10,17	10,17	1,27	0,04	2,54	0,08

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(Y(ij)k)^2}{a \times b \times r}$$

$$FK = \frac{(10,17)^2}{4 \times 3 \times 2}$$

$$FK = 4,3085$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK \text{ Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y^2(ijk) - FK$$

$$JK \text{ Total} = (0,40^2 + 0,42^2 + \dots \dots \dots + 0,42^2 + 0,43^2) - 4,3085$$

$$JK \text{ Total} = 0,005$$

3. Jumlah Kuadrat Bentuk Probiotik (JKP)

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^a (\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} - FK \\ \text{JKP} &= \frac{(3,36^2 + 3,39^2 + 3,43^2)}{8} - (4,3085) \\ \text{JKP} &= 0,00031 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P0 (JK L-P0)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P0} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P0} &= \left(\frac{(1,64^2 + 1,72^2)}{4} - \frac{(3,36)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P0} &= 0,000774 \end{aligned}$$

5. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P1 (JK L-P1)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P1} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P1} &= \left(\frac{(1,70^2 + 1,69^2)}{4} - \frac{(3,39)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P1} &= 1,3179 \end{aligned}$$

6. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P2 (JK L-P2)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P2} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P2} &= \left(\frac{(1,75^2 + 1,68^2)}{4} - \frac{(3,43)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P2} &= 0,0006028 \end{aligned}$$

7. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang Bentuk Probiotik (JKMagnet)

$$\begin{aligned} \text{JK Magnet} &= \text{JK L-P0} + \text{JK L-P1} + \text{JK L-P2} \\ \text{JK Magnet} &= 0,000774 + 1,3179 + 0,0006028 \\ \text{JK Magnet} &= 0,00138 \end{aligned}$$

8. Jumlah Kuadrat Galat (JKGalat)

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Probiotik} - \text{JK Magnet} \\ \text{JK Galat} &= 0,005 - 0,00031 - 0,00138 \\ \text{JK Galat} &= 0,00317 \end{aligned}$$

TABEL ANOVA

ANOVA						
SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Bentuk Probiotik	2	0,00031	0,00015	0,88	3,55	6,01
Bentuk Probiotik (Magnet)	3	0,00138	0,00046	2,61	3,16	5,09
Galat	18	0,00317	0,00018			
Total	23	0,00485				

Kesimpulan :

- F Hitung Bentuk Perlakuan < F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan bentuk probiotik memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks kuning telur ayam petelur.
- F Hitung Magnet < F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa penambahan bentuk medan magnet tersarang memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks kuning telur ayam petelur.

Lampiran 6. Data Analisis Indeks Putih Telur (%)

Bentuk Probiotik	Magnet	Ulangan				Total Probiotik	Total Magnet	Rataan jenis probiotik	SD Jumlah Probiotik	Rataan Magnet	SD Magnet
		1	2	3	4						
P0	M0	0,62	0,73	0,69	0,77	6,01	2,80	0,75	0,08	0,70	0,06
	M1	0,82	0,67	0,90	0,82		3,21			0,80	0,09
P1	M0	0,79	0,75	0,79	0,86	6,57	3,19	0,82	0,09	0,80	0,05
	M1	0,89	0,95	0,66	0,90		3,39			0,85	0,13
P2	M0	0,78	1,07	1,19	0,81	7,59	3,85	0,95	0,14	0,96	0,20
	M1	1,04	0,89	0,86	0,95		3,74			0,94	0,08
Total		4,93	5,06	5,08	5,11	20,18	20,18	2,52	0,31	5,05	0,61

1. Faktor Koreksi

$$FK = \frac{(Y(ij)k)^2}{a \times b \times r}$$

$$FK = \frac{(20,18)^2}{4 \times 3 \times 2}$$

$$FK = 16,972$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK \text{ Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y^2(ijk) - FK$$

$$JK \text{ Total} = (0,62^2 + 0,82^2 + \dots + 0,81^2 + 0,95^2) - 16,972$$

$$JK \text{ Total} = 0,423$$



3. Jumlah Kuadrat Bentuk Probiotik (JKP)

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^a (\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} - FK \\ &= \frac{(6,01^2 + 6,57^2 + 7,59^2)}{2 \times 4} - (16,972) \\ \text{JKP} &= 0,1601912 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P0 (JK L-P0)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P0} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P0} &= \left(\frac{(2,80^2 + 3,21^2)}{4} - \frac{(6,01)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P0} &= 0,020997 \end{aligned}$$

5. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P1 (JK L-P1)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P1} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P1} &= \left(\frac{(3,19^2 + 3,39^2)}{4} - \frac{(6,57)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P1} &= 0,005173 \end{aligned}$$

6. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P2 (JK L-P2)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P2} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P2} &= \left(\frac{(3,85^2 + 3,74^2)}{4} - \frac{(7,59)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P2} &= 0,001423 \end{aligned}$$

7. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang Bentuk Probiotik (JKMagnet)

$$\begin{aligned} \text{JK Magnet} &= \text{JK L-P0} + \text{JK L-P1} + \text{JK L-P2} \\ \text{JK Magnet} &= 0,020997 + 0,005173 + 0,001423 \\ \text{JK Magnet} &= 0,02759 \end{aligned}$$

8. Jumlah Kuadrat Galat (JKGalat)

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Probiotik} - \text{JK Magnet} \\ \text{JK Galat} &= 0,423 - 0,16019 - 0,02759 \\ \text{JK Galat} &= 0,23511 \end{aligned}$$

TABEL ANOVA

ANOVA						
SK	db	JK	KT	F hitung	5%	1%
Bentuk Probiotik	2	0,16019	0,08010	6,13	3,55	6,01
Bentuk Probiotik (Magnet)	3	0,02759	0,00920	0,70	3,16	5,09
Galat	18	0,23511	0,01306			
Total	23	0,42289				

Kesimpulan

F Hitung Bentuk Perlakuan $>$ F Tabel 0,01 menunjukkan bahwa perlakuan bentuk probiotik memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap indeks putih telur ayam petelur.

F Hitung Magnet $<$ F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa penambahan bentuk medan magnet tersarang memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap indeks putih telur ayam petelur.

Uji Jarak Berganda Duncan Perlakuan

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,01306}{8}}$$

$$= 0,0142$$

Tabel Duncan 1%

2

3

JND 1%

4,071

4,246

JNT 1%

0,05815816

0,06065821

Tabel Notasi Bentuk Probiotik

Bentuk Probiotik	Rata-rata	Notasi
P0	0,75	d
P1	0,82	e
P2	0,95	f

Lampiran 7. Data Analisis Kolesterol Kuning Telur

Bentuk Probiotik	Magnet	Ulangan				Total Probiotik	Total Magnet	Rataan jenis probiotik	SD Jumlah Probiotik	Rataan Magnet	SD Magnet
		1	2	3	4						
P0	M0	225,120	224,980	226,340	223,190	1800,30	899,63	225,04	1,18	224,91	1,30
	M1	225,560	226,500	224,320	224,290		900,67			225,17	1,07
P1	M0	223,540	224,120	225,900	224,020	1796,54	897,58	224,57	1,05	224,40	1,03
	M1	224,340	223,560	225,010	226,050		898,96			224,74	1,06
P2	M0	216,350	216,210	217,350	216,890	1736,82	866,80	217,10	0,78	216,70	0,52
	M1	217,590	216,520	218,930	216,980		870,02			217,51	1,05
Total		1332,50	1331,89	1337,85	1331,42	5333,66	5333,66	666,71	3,01	1333,42	6,02

1. Faktor Koreksi

$$FK = \frac{(Y(ij)k)^2}{a \times b \times r}$$

$$FK = \frac{(5333,66)^2}{4 \times 3 \times 2}$$

$$FK = 1185330,375$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JK \text{ Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y^2(ijk) - FK$$

$$JK \text{ Total} = (225,120^2 + 225,560^2 + \dots + 216,890^2 + 216,980^2) - 1185330,375$$

$$JK \text{ Total} = 337,895$$



3. Jumlah Kuadrat Bentuk Probiotik (JKP)

$$\begin{aligned} \text{JKP} &= \frac{\sum_{i=1}^a (\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} - FK \\ \text{JKP} &= \frac{(1800,30^2 + 1796,54^2 + 1736,82^2)}{2 \times 4} - (1185330,375) \\ \text{JKP} &= 317,09693 \end{aligned}$$

4. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P0 (JK L-P0)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P0} &= \frac{(\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2)}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \\ \text{JK L-P0} &= \left(\frac{(899,63^2 + 900,67^2)}{4} - \frac{(1800,30)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P0} &= 0,1352 \end{aligned}$$

5. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P1 (JK L-P1)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P1} &= \frac{(\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2)}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \\ \text{JK L-P1} &= \left(\frac{(897,58^2 + 898,96^2)}{4} - \frac{(1796,54)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P1} &= 0,23805 \end{aligned}$$

6. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang pada Bentuk P2 (JK L-P2)

$$\begin{aligned} \text{JK L-P2} &= \left(\frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{(ij)k})^2}{b \times r} \right) \\ \text{JK L-P2} &= \left(\frac{(866,80^2 + 870,02^2)}{4} - \frac{(1736,82)^2}{4 \times 2} \right) \\ \text{JK L-P2} &= 1,29605 \end{aligned}$$

7. Jumlah Kuadrat Bentuk Medan Magnet Tersarang Bentuk Probiotik (JKMagnet)

$$\begin{aligned} \text{JK Magnet} &= \text{JK L-P0} + \text{JK L-P1} + \text{JK L-P2} \\ \text{JK Magnet} &= 0,1352 + 0,23805 + 1,29605 \\ \text{JK Magnet} &= 1,66930 \end{aligned}$$

8. Jumlah Kuadrat Galat (JKGalat)

$$\begin{aligned} \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Probiotik} - \text{JK Magnet} \\ \text{JK Galat} &= 337,895 - 317,09693 - 1,66930 \\ \text{JK Galat} &= 19,12875 \end{aligned}$$

TABEL ANOVA

ANOVA						
	SK	db	JK	KT	F hitung	5% 1%
Bentuk Probiotik		2	317,09693	158,54847	149,19	3,55 6,01
Bentuk Probiotik (Magnet)		3	1,66930	0,55643	0,52	3,16 5,09
Galat		18	19,12875	1,06271		
Total		23	337,89498			

Kesimpulan :

F Hitung Bentuk Probiotik > F Tabel 0,01 menunjukkan bahwa perlakuan bentuk probiotik memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kolesterol kuning telur pada ayam petelur.

F Hitung Magnet < F Tabel 0,05 menunjukkan bahwa penambahan bentuk medan magnet tersarang memberikan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kolesterol kuning telur pada ayam petelur.

Uji Jarak Berganda Duncan Perlakuan

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,06271}{8}}$$

$$= 0,128859$$

Tabel Duncan 1%

2

3

JND 1%

4,071

4,246

JNT 1%

0,525

0,547

Tabel Notasi Bentuk Probiotik

Bentuk Probiotik	Rata-rata	Notasi
P2	217,10	k
P1	224,57	l
P0	225,04	l

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



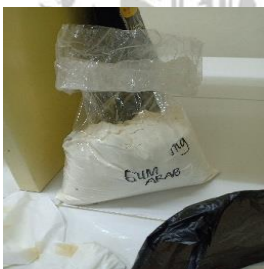
Probiotik MKA Bio 2



Whey



Chitosan



Gum Arab



Penimbangan Gum Arab



Penimbangan Chitosan



Penimbangan Whey



Pencampuran Enkapsulan



Penambahan Probiotik



Proses Mixer Enkapsulasi



Hasil Mixer Enkapsulasi



Dioleskan Enkapsulasi Pada Piring



Dimasukkan ke Microwave
Termodifikasi



Proses Penghalusan
Enkapsulasi



Dihaluskan Enkapsulasi



Pemberian Pakan



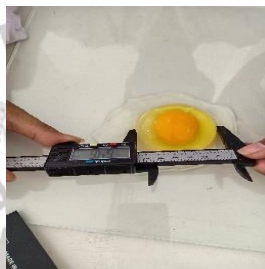
Pencampuran Probiotik
Pada Air Minum



Peralatan Uji Kualitas
Telur



Pengukuran Panjang
Telur



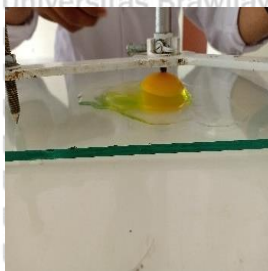
Pengukuran Panjang
Putih Telur



Pengukuran Lebar
Putih Telur



Pengukuran Diameter
Kuning Telur



Pengukuran Tinggi
Kuning Telur



Pengukuran Skor
Kuning Telur



Penimbangan Berat
Kuning Telur



Penimbangan Berat
Putih Telur



Pengukuran Tebal
Kerang Telur



Penimbangan Kerang